



M 2015

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS LEAN NUMA FÁBRICA DE COMPONENTES DE CALÇADO

JOÃO PEDRO GRAVE PINHO DE MIRANDA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA

À FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO EM
ENGENHARIA MECÂNICA

Aplicação de ferramentas *Lean* numa fábrica de componentes de calçado

João Pedro Grave Pinho de Miranda

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Paulo Luís Cardoso Osswald

Orientador na XC Consultores: Eng. Luís Ferreira Gomes



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2015-02-02

À minha família

Resumo

A presente dissertação insere-se num contexto de implementação de algumas ferramentas da filosofia *Lean Manufacturing* numa fábrica de componentes de calçado, por parte de uma consultoria externa.

Seguidamente o projeto de dissertação passou por um diagnóstico inicial à empresa durante o qual foram identificadas áreas específicas para a atuação. Durante a execução deste trabalho foi possível compreender o fluxo de valor da principal família de produtos da fábrica em questão, levando, posteriormente, à implementação de diversas melhorias, designadamente indicadores de produção, alteração do *layout*, células de fabrico, 5S e quadros de competências, focadas num conjunto de problemas identificados, nomeadamente a falta de comunicação ou responsabilidade pela falta de qualidade dos artigos, desorganização, falta de flexibilidade dos funcionários e *lead time* do processo.

Como não existiam indicadores de produção prévios a este projeto que permitam uma comparação com o estado posterior, com a realização deste trabalho espera-se obter melhorias substanciais no que diz respeito ao controlo da produtividade de cada colaborador, à flexibilidade para reagir a uma encomenda de fabrico e *empowerment* e responsabilização dos funcionários, que se espera que leve a uma melhoria da qualidade do produto desenvolvido.

Espera-se obter uma redução do tempo de espera por ferramentas ou materiais de trabalho, redução da área de inventário em curso e um aumento da flexibilidade na cadeia de produção.

Applying Lean Manufacturing tools in a shoe component factory

Abstract

The dissertation in hands' inserted into a Lean Manufacturing Tools implementation, by an external consulting agency, in a shoe component factory.

This dissertation will be divided into three stages:

Firstly it'll start with the used Lean tools description, aiming to explain later decisions.

Then, this dissertation will go through the initial diagnosis of the company's current production state. It'll help better identifying which points should be focused on the most during the whole project. During the actual execution of said task, it became possible to comprehend the company's most relevant item value stream which enabled the identification of a number of issues, namely lack of communication between departments, lack of delegation of responsibility for the product's quality, lack of tidiness, lack of flexibility on the workers part, lead time and excess of work in progress inventory, and, finally, the implementation of focused improvements.

By the end of this dissertation, the improvements related to individual productivity that took place should be considerably significant and a process and product quality improvement can be expected.

Agradecimentos

Um grande obrigado a todas as pessoas que tornaram este trabalho possível. Estou muito grato a todas as pessoas da XC Consultores por me receberem tão bem e tornarem tão agradável toda a experiência. Obrigado, Eng.º António Cruz, pela oportunidade concedida e confiança depositada. Obrigado, Dr.ª Anabela Felgueiras, Eng.º Nuno Oliveira, Eng.ª Eugénia Mateus e Eng.ª Sara França, por toda a atenção dispensada para a minha integração, e um grande obrigado ao Eng.º Luís Gomes pela disponibilidade e companheirismo durante todo o projeto.

Gostaria, também, de agradecer a todas as pessoas da Solart que direta ou indiretamente possibilitaram a realização deste trabalho, nomeadamente ao Sr. Paulo Freitas, Sr. Carlos Freitas, Sr. Luís e Armando, por todo o apoio e esforço dedicado.

Deixo, igualmente, o meu profundo agradecimento ao Prof. Paulo Osswald, pela orientação prestada e rápida resposta às dúvidas que surgiram.

Obrigado Bruno, José, Frederico e João pela vossa paciência e compreensão. Obrigado Sarnadas e Vieira.

Um enorme obrigado à minha família.

Finalmente, à XC Consultores e à Solart, um enorme obrigado pelo apoio financeiro prestado durante a dissertação.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Apresentação da XC Consultores, Lda	1
1.2	O projeto <i>Lean Manufacturing</i>	2
1.3	Método seguido no projeto	2
1.4	Análise de outras abordagens e métodos	2
1.5	Organização da presente dissertação	3
2	Introdução ao <i>Lean Manufacturing</i>	4
2.1	<i>Lean Manufacturing</i> e a sua aplicabilidade	4
2.2	Os princípios <i>Lean</i>	4
2.3	Práticas <i>Lean</i>	5
2.4	Os 8 tipos de desperdício	6
2.5	Ferramentas <i>Lean</i>	7
2.5.1	Diagrama do Spaguetti	7
2.5.2	Mapa de fluxo de valor	9
2.5.3	5S	10
2.5.4	Total Productive Maintenance	13
2.5.5	Gestão Visual	13
2.5.6	Formação e ações de sensibilização	14
3	Descrição da empresa e da tipologia dos problemas	15
3.1	A empresa	15
3.2	O produto	15
3.3	Os processos	16
3.3.1	Solas pré-fabricadas	16
3.3.2	Tacões	18
3.4	Problemas encontrados	22
3.5	Abordagem aos problemas identificados	23
4	Ações de melhoria	25
4.1	Diagnóstico <i>Lean</i>	25
4.2	Ações desenvolvidas e resultados	28
4.2.1	Formação e ações de sensibilização	28
4.2.2	Takt Time	29
4.2.3	Layout	32
4.2.4	Células de fabrico	32
4.2.5	5S	34
4.2.6	Total Productive Management	38
4.2.7	Kaizen	38
5	Conclusões e perspectivas para trabalhos futuros	42
5.1	Conclusões	42
5.2	Trabalhos futuros	43
	Referências	44
	ANEXO C: Novo <i>layout</i> da secção dos tacões	47
	ANEXO E: Planos ILL	49
	ANEXO F: Ficha de Produção Individual	56

Índice de Figuras

Figura 1 - 8 tipos de <i>mudas</i>	7
Figura 2 - Construção de um avião (http://www.flightstory.net acedido a 13 de outubro de 2014).....	7
Figura 3 - Célula de fabrico (adaptado de http://www.web-books.com acedido a 13 de outubro de 2014).....	8
Figura 4 - Linha de montagem (http://www.automecnica.com acedido a 13 de outubro de 2014).....	8
Figura 5 - <i>Job shop</i> (http://nptel.ac.in/ acedido em 13 de outubro de 2014).....	8
Figura 6 - Processo Continuo (http://www.themanufacturer.com acedido a 13 de outubro de 2014).....	9
Figura 7 - 5S	10
Figura 8 - Estado inicial	11
Figura 9 - <i>Seiri</i>	11
Figura 10 - <i>Seiton</i>	11
Figura 11 - <i>Seiso</i>	12
Figura 12 - <i>Seiketsu</i>	12
Figura 13 - <i>Shitsuke</i>	12
Figura 14 - Vista inferior e identificação de componentes	15
Figura 15 - Vistas lateral e superior e identificação dos componentes	16
Figura 16 - Placa de masonite.....	16
Figura 17 - Rasto de masonite	16
Figura 18 - Sola cardada e timbrada.....	17
Figura 19 - Sola com capa	17
Figura 20 - Sola com vira	18
Figura 21 - Solas prontas a enviar para o cliente.....	18
Figura 22 - Colagem das placas de masonite	19
Figura 23 - Placas de diferentes espessuras de masonite com borracha.....	19
Figura 24 - Tiras e tacões.....	19
Figura 25 - Tapete com secador reativador de cola.....	20
Figura 26 - Tacão com capa de borracha.....	20
Figura 27 - Salto com "boca aberta"	20
Figura 28 - "Boca" pintada	21
Figura 29 - Tacão fresado.....	21
Figura 30 - Tacão cavado	21
Figura 31 - Canto limado.....	22

Figura 32 - Value Stream Mapping	25
Figura 33 – Sujidade num posto de trabalho	26
Figura 34 - Falta de organização nas amostras	26
Figura 35 - Corredores ocupados com <i>stock</i>	26
Figura 36 - Caixotes com solas defeituosas	27
Figura 37 - Caixote com solas	27
Figura 38 - Secção dos Tacões	28
Figura 39 - Formação dos funcionários	28
Figura 40 - VSM inicial do processo	30
Figura 41 - VSM ideal do processo	31
Figura 42 - Percurso de um tácio	32
Figura 43 - <i>Layout</i> proposto para a secção dos tacões	32
Figura 44 - Célula de fabrico	33
Figura 45 - Moldes da secção dos tacões e moldes da secção de corte	34
Figura 46 - Estante para cortantes	35
Figura 47 - Caixa de moldes	35
Figura 48 - Secção dos tacões sem corredores	36
Figura 49 - Área definida para <i>stock</i> de paletes de masonite	36
Figura 50 - Área definida para <i>stock</i> de tacões a tornear	36
Figura 51 - Ferramentas de um posto de trabalho	37
Figura 52 - Ferramentas seleccionadas	37
Figura 53 - Quadros ferramenta	38
Figura 54 - Quadros ferramenta afixados	38
Figura 55 - <i>Obeya</i>	39
Figura 56 - Quadro de polivalências	40
Figura 57 - Ficha de produção individual preenchida	41

1 Introdução

Numa época em que a crise económica afeta todos os mercados mundiais, é imperativo para qualquer empresa assegurar a sua competitividade industrial. Para isto, é imprescindível as empresas garantirem a otimização dos seus métodos de produção, de modo a garantir uma vantagem industrial comparativamente à sua concorrência sem descurar a satisfação do cliente e a sua própria sustentabilidade.

Para assegurar essa competitividade, cada vez mais empresas estão a reformular a sua filosofia de trabalho de forma a promover a sua adaptação ao mercado atual, evitando estar dependente de injeções substanciais de capital e têm vindo a conseguir responder às solicitações a que são sujeitas. Esta reformulação passa pela aprendizagem e aplicação de técnicas desenvolvidas no Japão numa altura em que este passou por uma situação de aperto semelhante. No entanto, esta transformação geral da filosofia da empresa está muitas vezes sujeita ao ceticismo das pessoas mais habituadas a um determinado tipo de maneira de pensar.

Esta nova maneira de gerir a produção, que será o cenário de base da presente dissertação, é conhecida como filosofia *Lean*.

1.1 Apresentação da XC Consultores, Lda

Fundada em finais de 1995, a XC Consultores é uma empresa de consultoria que tem o objetivo de responder às necessidades do mercado, no apoio a empresas através de consultoria na área da Qualidade.

As necessidades por parte das empresas modificam-se à medida que o mercado evoluiu, surgindo, então, novas oportunidades. Estas foram aproveitadas, pela XC Consultores, para aumentar o número de áreas de atividade, nomeadamente as áreas do Ambiente, Produção, Organização, Estratégia e Higiene e Segurança.

Em 2002, a XC Consultores internacionalizou a sua marca com projetos de implementação de sistemas de qualidade em Espanha e na Polónia. O crescimento externo não se limitou ao continente Europeu e, em 2006, foi criada a XC Brasil e, em 2011, a XC Marrocos.

A principal missão da XC Consultores é criar valor aos clientes, colaboradores e acionistas, de forma a garantir inovação e excelência nos processos e serviços prestados, reforçando relações de confiança.

Os seus princípios assentam em 7 valores fundamentais (XC Consultores, 2014):

Orientação para o Cliente– A satisfação do cliente prevalece como a maior prioridade para a empresa. Mais importante que vender muitos produtos, será cumprir todos os requisitos do cliente e garantir a sua fidelização.

Respeitar a cultura do Cliente– Colocar-se lado a lado com os clientes, construir as soluções conjuntamente, ouvir e compreender o cliente.

Idoneidade– Colaboradores competentes com conhecimentos transversais e formação contínua ao longo de toda a sua carreira.

Espírito de Equipa– A união permite potenciar os resultados, estimulada pela criação de relações de confiança, entreajuda e amizade.

Confidencialidade – Todas as informações, observações e constatações num projeto de consultoria são exclusivas do cliente e dos consultores da respetiva área do projeto.

Inovação e Qualidade– Inovação não só no desenvolvimento de novos produtos, como também a nível estratégico, operacional e no modelo de gestão. Desta forma Inovação e

Qualidade não poderão ser dissociados, visto que os modelos de qualidade permitem a inovação. De forma recíproca, a inovação permite a melhoria da qualidade.

Flexibilidade– Capacidade de adaptação às necessidades e especificações de cada caso; Capacidade de resposta rápida e solução de imprevistos.

1.2 O projeto *Lean Manufacturing*

Para este projeto foi feita uma proposta de estudo e implementação do *Lean Manufacturing* numa fábrica de componentes de calçado pré-fabricados. A presente dissertação representa uma segunda abordagem ao mesmo projeto, sendo que na primeira foi realizada uma reestruturação do *layout* da secção da produção. Na primeira abordagem foi feita apenas uma remodelação do *layout* da zona do fabrico de solas, sendo que esta segunda aproximação apresentará um estudo mais aprofundado da realidade vivida na empresa.

Para a realização deste projeto de três meses começou-se por realizar um novo levantamento à empresa, atualizado, de modo a permitir a identificação de desperdícios e zonas de atuação de forma a cumprir o objetivo principal do projeto, que é a otimização da produção através da eliminação do mau aproveitamento dos recursos.

1.3 Método seguido no projeto

Num primeiro momento da elaboração deste projeto de dissertação, foi levada a cabo uma pesquisa bibliográfica fundamental para a compreensão do modelo de gestão *Lean* e as ferramentas que este disponibiliza.

Posteriormente, foi feito o acompanhamento dos consultores da XC Consultores no terreno, acabando eventualmente por ser acompanhado por estes apenas em dias combinados com o sócio-gerente da fábrica, sendo necessário desenvolver um espírito de independência nestas visitas. O acompanhamento no projeto, por parte da XC, nunca foi, porém, posto em segundo plano. Foram realizadas reuniões com os diretores, ações de formação e recolha de dados.

Na fase final, foi feita a análise e documentação dos resultados para demonstração das vantagens e ganhos obtidos com a implementação da filosofia *Lean*.

1.4 Análise de outras abordagens e métodos

Para além da filosofia *Lean*, o *Toyota Production System* serviu de base para muitas ferramentas e sistemas de gestão da produção tais como *Just In Time*, *Stockless Production*, *World Class Manufacturing*, *Demand Flow Technology*.

Recentemente foi desenvolvida uma nova abordagem à mentalidade supramencionada: o *Lean Six Sigma* que é uma agregação de *Six Sigma* ao *Lean*, de maneira a aliar a capacidade de controlo estatístico do processo à capacidade de melhoria contínua da produtividade. A implementação é, no entanto, muito mais difícil, no curto prazo o que inviabiliza a sua execução durante esta dissertação.

O *Total Quality Management* é, também uma variante do *Lean* que pode ser aplicada na procura da vantagem competitiva, embora seja direcionado para a qualidade do produto final e utilização de todos os recursos de todos os colaboradores.

Reengenharia de processos é um método mais adequado para alterações a nível estratégico mas menos eficiente para alterações no *Gemba* do que o *Lean*. Teve origem nos Estados Unidos e, segundo Klein (2004) tem como objetivo a reformulação dos processos para melhoria de três óticas: redução de custos, redução de tempo e melhoria da qualidade nos serviços.

1.5 Organização da presente dissertação

O presente trabalho está estruturado nos seguintes 5 capítulos:

Capítulo 1 – Introdução – Servirá de contextualização para o projeto, definição do tema e da organização da própria dissertação e estudo de outros métodos.

Capítulo 2 – Introdução ao *Lean Manufacturing* – Introdução ao estado da arte e fundamentação teórica das técnicas e ferramentas utilizadas na abordagem prática.

Capítulo 3 – Preparação para a implementação *Lean* – Descrição da empresa e do seu produto e da tipologia dos problemas encontrados

Capítulo 4 – Análise do caso do caso Solart – Descrição do levantamento inicial, das ações realizadas e análise dos seus resultados.

Capítulo 5 – Conclusões – Conclusões e perspetiva de trabalhos futuros no caso Solart.

2 Introdução ao *Lean Manufacturing*

2.1 *Lean Manufacturing* e a sua aplicabilidade

Para singrar num ambiente competitivo é inevitável saber aproveitar os pontos fortes de cada entidade mas os pontos fracos não podem ser desprezados. A qualidade do produto ou serviço final tem que ser continuamente melhorada, com certeza, mas esta qualidade vai estar assegurada se garantirmos que os processos antecedentes também a têm e, controlando estas etapas, podemos agir sobre desperdícios. Por exemplo, uma empresa tem um *intake* de 10.000 unidades monetárias (u.m.) e um *outflow* de 8.000 u.m.. Talvez a maneira mais intuitiva de melhorar a produtividade passaria pelo aumento da produção. Mas isto levanta um problema: sem a garantia de que a procura exista, o dinheiro investido em *stocks* está empatado. Numa parte da cadeia de abastecimento em que a procura apresente pequenas oscilações ou a economia de escala represente uma grande vantagem competitiva, o risco de não reaver o capital é reduzido, mas nem todas as empresas usufruem de negócios com essas características. A instabilidade da procura pode representar o desperdício do capital investido.

Depois da Segunda Guerra Mundial, o Japão, derrotado, passou por extremas dificuldades económicas. Em 1950, a Toyota vendeu apenas 300 automóveis e correu o risco de abrir falência. Porém, com uma reforma na gestão e consequente mentalidade, a Toyota conseguiu capitalizar um investimento americano (de modo a combater na guerra da Coreia, os americanos encomendaram 5.000 veículos à Toyota) para, pelo final da década de 60, vender a sua milionésima viatura. O sistema de gestão da produção utilizado pela Toyota, veio mais tarde a ser denominada *Toyota Production System* (TPS) e é considerada a origem da filosofia *Lean* e contrapõe-se à solução apresentada para o problema do parágrafo anterior, podendo ser definida como um “conjunto de atividades desenvolvidas para alcançar um elevado volume de produção usando o mínimo inventário de matéria-prima, trabalhos em processo (WIP) e produtos acabados.” (Chase et al. 2006, 20) Isto é, baseia-se numa mentalidade de redução de custos ou desperdícios (*muda* é o termo japonês), através do método explicado de seguida.

Como o nome indica, o sistema *Lean* (ou magro, em português) tem muito poucos excessos, ou desperdícios que vamos, como ilustração para esta introdução ao tema, comparar a gorduras do corpo humano. As vantagens de se ser magro vão muita além da questão estética, também importante para uma empresa. Tomem-se os seguintes exemplos: 1) Numa pessoa com excesso de gordura a inércia estará mais presente do que numa pessoa magra. No contexto empresarial esta inércia representaria a dificuldade da empresa em responder às solicitações do mercado, nomeadamente mudar a sua orientação, o que pode por em risco a integridade financeira e económica da empresa. 2) Uma pessoa com excesso de peso despende mais energia numa tarefa do que uma pessoa magra para um trabalho semelhante e atingirá o cansaço mais depressa tendo, ironicamente, mais energia acumulada. É desejado, com este paralelismo, evidenciar o **desperdício** de ter *stocks*. Uma empresa com *stocks* cairá na inevitabilidade de ter custos de capital mais elevados, maiores custos com armazém e mão-de-obra correspondente, correndo também o risco de um acidente destruir parcial ou completamente a qualidade da sua matéria-prima, produto em curso ou mesmo produto acabado.

2.2 Os princípios *Lean*

O *Lean Institute* Brasil identifica os seguintes pontos como fundamentais para o sucesso da implementação *Lean*.

- Contrariamente ao que se verifica com a **produção push**, a **produção pull** é essencial para não ultrapassarmos a produção ótima e gerar, consequentemente, *mudas* de sobreprodução.
- O **valor** é definido pelo cliente. Isto é, apenas aquilo pelo qual o cliente está disposto a pagar é considerado valor. Por exemplo: um cliente está disposto a pagar por um pormenor que torne o seu produto exclusivo, seja um processo que os concorrentes não têm ou não fazem tão bem ou até, simplesmente, a estampagem da marca. Um cliente não estará disposto, no entanto, a pagar a energia gasta para transportar as peças ou produtos de um posto para o outro. Não devemos deixar de considerar estes desperdícios durante o desenho do *layout* fabril, sendo o objetivo dessa etapa reduzir as *mudas* de transporte e movimento.
- Estudo exaustivo da **cadeia de valor**, de modo a identificar etapas eventualmente desnecessárias e eliminá-las, mantendo apenas os processos que acrescentem valor e aqueles que os possibilitem.
- A utilização de **fluxo contínuo** permite uma resposta mais rápida à procura, uma vez que as partes já estarão em processo (ao que damos o nome de *Work-In-Progress*).
- Para assegurar que a empresa ou entidade não perde espaço no seu mercado, esta deve assumir uma postura de **melhoria contínua**, uma vez que, mesmo estando hoje no topo, nada garante que amanhã ainda se mantenha. Esta postura passa por melhorar questões relacionadas com a produção, é claro, mas não só: a empresa pode, por exemplo, precisar de expandir os mercados de atuação. Mudança e adaptação são fundamentais.

2.3 Práticas *Lean*

De acordo com o manual de formação interna da XC Consultores (2014), existem algumas práticas simples que potencializam a implementação do *Lean* numa empresa, servindo as seguintes de exemplo:

- Mapeamento de todas as atividades do processo de fabrico, identificando aquelas que são essenciais, i.e., que adicionem valor ao produto final ou que lhes sirvam de suporte; e salientando as restantes atividades que deverão ser excluídas, reduzindo os desperdícios (*mudas*) ao mínimo possível;
- Tamanho de lote reduzido, tendendo para tamanho de lote de uma unidade, para que postos de trabalho a jusante na linha de montagem não tenham que esperar que todo o lote esteja concluído;
- Envolvimento dos trabalhadores: permite encontrar soluções para problemas tanto de produção como de logística. Problemas esses que podem até passar despercebidos à gerência;
- Qualidade a montante permite poupar tempo e dinheiro de reparação. Esta qualidade é responsabilidade não só do fornecedor, mas também de cada posto de trabalho.
- Uma boa gestão da manutenção do equipamento permite reduzir o *down time* ao essencial. Uma avaria no equipamento acarreta custos derivados do reparo e da paragem de produção.

2.4 Os 8 tipos de desperdício

De modo a facilitar a identificação dos desperdícios, Taiichi Ohno (1997) considera sete grupos de *mudas*:

- *Muda* de *stock* – *Stock* de matéria-prima, WIP ou produto acabado, representa capital empatado e espaço ocupado desnecessariamente;
- *Muda* de transporte – O transporte do material entre postos de trabalho ou secções da fábrica ou mesmo entre fábricas não representa valor acrescentado no produto, não o transforma e o consumidor não estará disposto a pagar por ele, representando desperdício.
- *Muda* de não-qualidade – Se um produto chegar ao fim da linha de produção e apresentar um erro, deixará de cumprir as especificações acordadas com o cliente. A não-conformidade dos artigos não só gera custos de matéria-prima e de retrabalho, mas também de tempo, levando a atrasos da entrega das encomendas.
- *Muda* de sobreprodução – Esta *muda* está intrinsecamente associada à mentalidade *Push* que cria *stock* superior ao necessário, antes de ser necessário.
- *Muda* de movimentos - À semelhança da *muda* de transporte, um cliente não estará disposto a pagar pelos movimentos que um operário terá que efetuar, i.e. enquanto um operador se movimenta, não se está a gerar valor.
- *Muda* de espera – Enquanto um funcionário está à espera da matéria que vem do posto anterior, não está a trabalhar e está, então, a desperdiçar-se mão-de-obra. Quando o operador está ocupado noutras funções e a máquina está parada verifica-se desperdício e vice-versa.
- *Muda* de excesso de processos – Processos que não acrescentam valor para o consumidor final são vistos como desperdícios uma vez que são investidos recursos pelos quais o cliente não está disposto a pagar.

Segundo a XC Consultores (2014), os desperdícios não se esgotam nos sete tipos mencionados, existindo outro igualmente merecedor de atenção:

- *Muda* de desaproveitamento de ideias – Cada vez menos recorrente, existe uma frase curiosa: “*We don’t pay you to think!*” (“Não te pagamos para pensar”). Pois bem, quem melhor para identificar os problemas a que os funcionários estão sujeitos do que um funcionário? Os operadores são parte essencial de uma fábrica e devem ser ouvidos. Não só de modo a facilitar o trabalho deles, o que pode prevenir lesões crónicas, mas também melhorar a maneira como um processo é feito, reduzindo outras *mudas*.

Na Figura 1 são apresentados os oito tipos de *muda* identificados anteriormente.



Figura 1 - 8 tipos de *mudas*

2.5 Ferramentas *Lean*

2.5.1 Diagrama do Spaguetti

O diagrama do esparguete foi utilizado, pela primeira vez como uma ferramenta simples cujo propósito era o controlo do movimento e o transporte de artigos pelo chão de fábrica (William A. Levinson 2007). A análise do diagrama permite a identificação de *mudas* de tempo e energia (Theodor T. Allen 2010). As soluções para os problemas logísticos assinalados pelo diagrama do esparguete passam pela aplicação de um ou mais tipos de organização do *layout*. De acordo com Jacobs e Chase (2011), existem vários tipos de organização do *layout*, com diversas vantagens e desvantagens:

Layout de Projeto – O produto está estático e todo o equipamento é trazido até ele. Um exemplo desta organização produtiva é a construção de um avião (**Error! Reference source not found.**).



Figura 2 - Construção de um avião (<http://www.flightstory.net> acedido a 13 de outubro de 2014)

Célula de Fabrico – Conjunto de máquinas necessárias para a produção de uma família de produtos distribuídas convenientemente numa pequena área. Esta solução é caracterizada pela pouca área utilizada e inexistência de *stocks* intermédios (Figura 3).

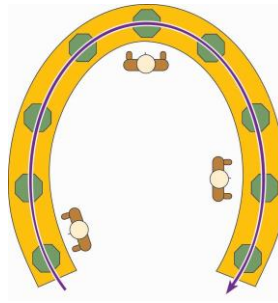


Figura 3 - Célula de fabrico (adaptado de <http://www.web-books.com> acedido a 13 de outubro de 2014)

Linha de Montagem – As máquinas seguem uma disposição de acordo com o processo e os artigos a trabalhar é que se movem até aos postos de trabalho (Figura 4).



Figura 4 - Linha de montagem (<http://www.automecnica.com> acedido a 13 de outubro de 2014)

Job Shop – As máquinas estão dispostas por similaridade de função e os produtos percorrem os diversos agrupamentos (Figura 5).

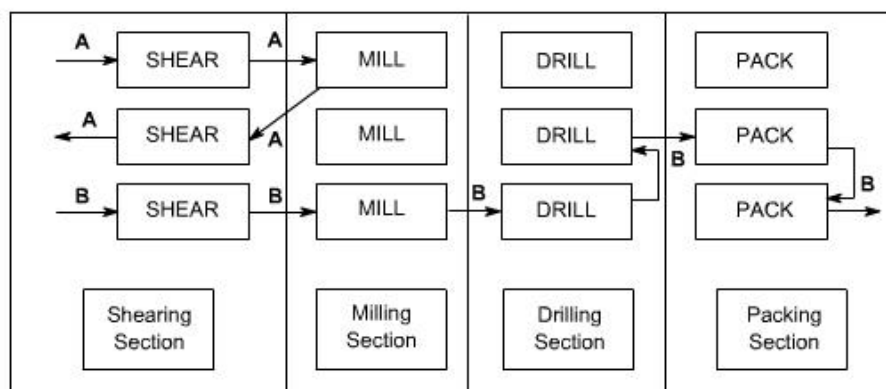


Figura 5 - Job shop (<http://nptel.ac.in/> acedido em 13 de outubro de 2014)

Processo Contínuo – Semelhante à linha de montagem, mas, idealmente, refere-se a um processo ininterrupto (Figura 6).



Figura 6 - Processo Contínuo (<http://www.themanager.com> acessado a 13 de outubro de 2014)

O tipo de disposição seguido pela fábrica deve ser adaptado ao seu processo produtivo. Isto é, uma fábrica que produza um bem muito padronizado não está sujeita às restrições impostas pela diversidade de produtos.

2.5.2 Mapa de fluxo de valor

O mapa de fluxo de valor, ou *Value Stream Mapping* (VSM), é uma ferramenta de gestão que permite identificar rapidamente desperdícios e, consequentemente, direcionar os esforços de melhoria contínua na cadeia de produção de forma a reduzi-los e, de acordo com *Liker e Meier* autores do livro “*The Toyota Way Fieldbook*” (2005), a sua criação deverá ser o primeiro passo na implementação do *Lean Manufacturing* numa empresa.

Para a sua implementação numa empresa com grande variedade de produtos e volumes reduzidos de procura torna-se imperativo identificar famílias de produtos/serviços que representem uma fatia considerável da procura dos clientes, uma vez que cada um poderá seguir uma cadeia diferente.

Mapear o fluxo da produção permite ter uma visão de todos os processos envolvidos e não apenas de um. Isto é importante para que o responsável pela melhoria contínua seja capaz de, em conjunto com os funcionários, chegar a soluções que permitam atuar sobre toda a cadeia de valor e não otimizar apenas um posto. Um processo produz apenas aquilo que a sua operação mais lenta, chamada *pacesetter*, ou *bottleneck* (gargalo), permitir. Tome-se o seguinte exemplo: Se um posto A trabalha a 5 unidades por minuto e outro posto B trabalha a 3 unidades por minuto, a otimização do posto B para qualquer valor acima daquele identificado no primeiro torna-se, em si, numa forma de desperdício, uma vez que apenas será alimentado com 5 unidades por minuto. É, portanto, indispensável uma análise ao todo.

Esta ferramenta é extremamente útil na redução do *lead time*¹, um dos alicerces da mentalidade *Lean* uma vez que permite a comparação entre o tempo útil, isto é, o tempo das operações que acrescentam valor ao produto, e o tempo desperdiçado, portanto, o tempo que as operações que não acrescentam valor ao consumidor final demoram. Exemplos dos tempos desperdiçados seriam o tempo que um determinado produto demora a ser transportado de entre postos de trabalho ou o tempo que um produto fica parado entre processos.

Resumindo, de acordo com Pinto (2009), o VSM:

¹ *Lead time* é o tempo decorrido desde o momento em que a encomenda é recebida até ao momento em que é satisfeita.

- i. Ajuda a visualizar todos os processos e ter uma visão de toda a cadeia de valor, sem demasiado detalhe em partes específicas;
- ii. Permite identificar *mudas*;
- iii. Assenta numa linguagem simples e intuitiva;
- iv. Dá um ponto de partida e um objetivo final para o plano de implementação de melhorias;
- v. Discrimina fluxos de materiais e informação;

De acordo com *Rother e Shook* (1999), uma forma de incentivar a melhoria contínua deve ser a utilização de um VSM que descreva a situação atual e outro que descreva a situação ideal. Esta ferramenta deve ser refeita periodicamente, para atualização do estado atual.

2.5.3 5S

Esta metodologia tem como objetivo criar e manter um local de trabalho organizado, limpo e de alto desempenho. O seu nome deriva das cinco palavras japonesas que representam as cinco etapas a seguir (Womack e Jones 2003):

1. Seiri – Triagem
2. Seiton – Organizar
3. Seiso – Limpeza
4. Seiketsu – Padronização
5. Shitsuke – Treino e Disciplina

Na Figura 7 é apresentada uma representação dos 5 S:



Figura 7 - 5S

A aplicação das cinco etapas traduz-se na seguinte evolução:

Na Figura 8 é possível distinguir vários tipos de formas e cores. Estas formas e cores são as hipotéticas peças e ferramentas necessárias para um colaborador executar a sua função. Para além da sua desorganização, ainda são observáveis manchas pretas que representam ferramentas e peças desnecessárias, ou usadas com menor frequência, naquele posto.

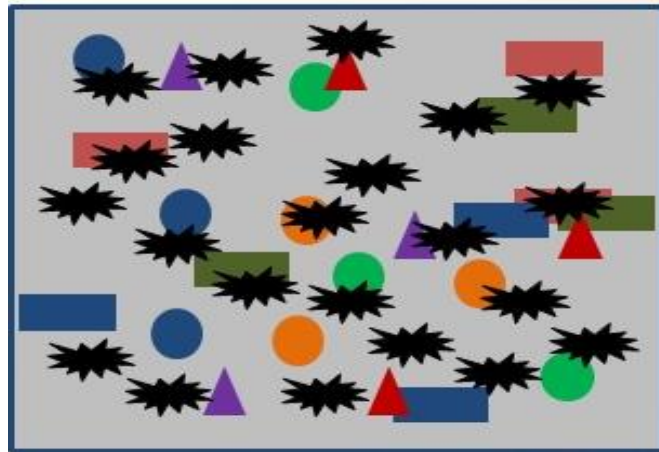


Figura 8 - Estado inicial

Na Figura 9, *Seiri*, foi feita a triagem daquelas que são as ferramentas essenciais para o funcionário. Este passo permite lutar contra o hábito de “guardar tudo porque um dia pode ser necessário” e valorizar o espaço através da libertação de materiais e ferramentas obsoletas, ajudando a manter a área de trabalho limpa e arrumada.

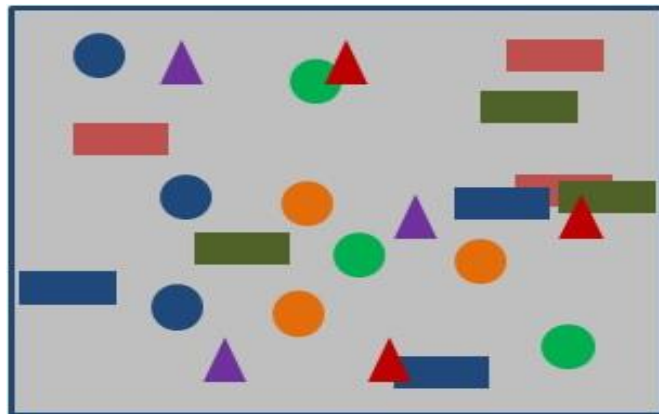


Figura 9 - Seiri

O segundo S, *Seiton* (Figura 10), consiste na arrumação sistemática, permitindo obter maior eficiência de trabalho uma vez que permite que qualquer pessoa consiga identificar o sítio de cada instrumento de forma a otimizar a sua procura, identificar eventuais faltas de equipamento .

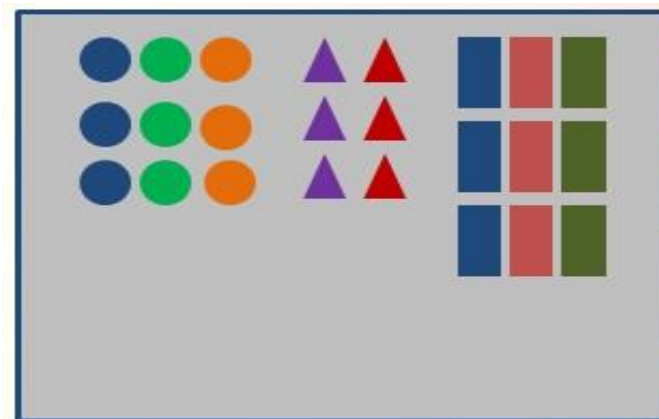


Figura 10 - Seiton

O terceiro S, *Seiso* (Figura 11), representa, precisamente, a limpeza, que é fundamental para que o trabalhador se sinta confortável no seu local de trabalho e para identificar eventuais

avarias na máquina. Pequenas avarias, que num ambiente sujo passariam despercebidas, podem causar grandes problemas se não forem corrigidas atempadamente.

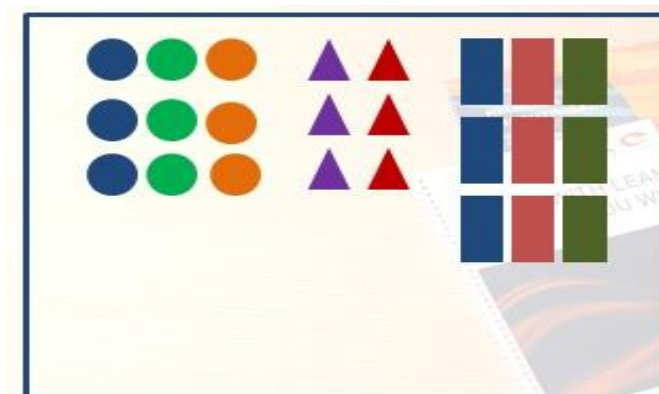


Figura 11 – Seiso

Seiketsu, o quarto S (Figura 12), significa padronizar. A padronização num posto de trabalho pode ser relativa ao conjunto das ferramentas ou às próprias ações de um trabalhador e consiste na uniformização de procedimentos a partir de uma boa prática para todas as situações semelhantes e na formação de novos hábitos.

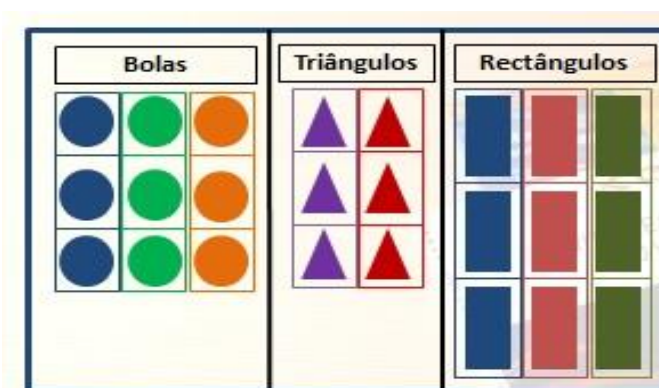


Figura 12 - Seiketsu

O último passo, *Shitsuke* (Figura 13), é o treino e a disciplina dos colaboradores para uma manutenção das práticas impostas por este sistema. Muito dificilmente um novo método de trabalho é aceite e cumprido, principalmente pelos funcionários mais antigos e com rotinas e hábitos de trabalho sedimentados. Assim, é muito importante não apenas definir regras, mas também garantir que são cumpridas.



Figura 13 - Shitsuke

Resumindo, os 5S permitem criar um sistema de gestão visual, realçar problemas, tornando-os visíveis, e eliminar desperdícios, nomeadamente de tempo e espaço. Para que a sua implementação seja possível é necessário envolver todos os colaboradores, desde os funcionários no *Gemba* aos gestores, nos gabinetes, de modo a que se sintam ouvidos e

motivados, transmitir-lhes a necessidade dos 5S, responsabilizá-los pelo seu cumprimento e mentalizá-los da importância de não desistir.

2.5.4 *Total Productive Maintenance*

Total Productive Maintenance, ou TPM, é um sistema de manutenção preventiva que define um conjunto de ações a fim de reduzir paragens inesperadas, falta de qualidade e custos evitáveis a empresas com processos produtivos. *Total* representa o envolvimento de todos os empregados, contrariamente ao modo de atuação tradicional, no qual apenas o mecânico é responsabilizado pela manutenção das máquinas. Segundo *Takahashi* e *Osada* (1993), o TPM é um dos métodos mais eficazes para transformar uma fábrica numa operação de gestão orientada para o equipamento, delegando as atividades de manutenção produtiva a todos os funcionários da empresa, nomeadamente:

- Investigação e melhoria de máquinas, matrizes, dispositivos e acessórios, de modo a que sejam confiáveis, seguros e de fácil manutenção e a padronização dessas técnicas.
- Estudo e padronização da maneira de garantir a qualidade do produto.
- Melhoria da eficiência dos processos.

De acordo com o *Japan Institute Plant Maintenance* (2014), o TPM assenta em 8 pilares, nomeadamente **manutenção autónoma, manutenção planeada, melhorias específicas, formação dos operadores, manutenção da qualidade, controlo inicial, TPM administrativo e segurança, higiene e meio ambiente.**

Para viabilizar este envolvimento é necessário dar o apoio necessário à formação do funcionário na manutenção do seu posto de trabalho. O objetivo primário destes planos é garantir que o trabalhador responsável por cada máquina consegue detetar desvios e assegurar a sua manutenção básica. As instruções devem ser o mais simples possível para evitar dúvidas. Ao responsabilizar o operador pela máquina, evitam-se silos profissionais dentro da fábrica, uma vez que não será apenas um mecânico a tratar de todas as máquinas, libertando o último para participar no processo produtivo.

A manutenção é realizada de acordo com o plano delineado passando de um sistema de manutenção corretiva para um sistema de manutenção preventiva e, eventualmente, preditiva.

2.5.5 *Gestão Visual*

De acordo com Wolbert (2007), a gestão visual pode ser definida como uma ferramenta comunicação simples e rápida que permite a troca de informação sobre o processo produtivo de maneira a que o observador se aperceba da situação atual e, assim, detetar eventuais anomalias, sem ter que depender de ninguém nem ter que aceder a nenhuma base de dados. Esta informação permite a intervenção direta sobre o processo produtivo. Deve ser universal e transparente, isto é, todos os colaboradores que consultem o quadro em questão, por exemplo, devem entender o mesmo para que não sejam criadas confusões. É, também, de salientar a capacidade de servir para definir objetivos ou fixar padrões.

Uma matriz de competências é um quadro no qual são expostas as aptidões de todos os trabalhadores. Esta discriminação tem como objetivos os seguintes pontos (Formação interna XC Consultores):

1. Numa situação de grande procura o gargalo vai ser pressionado. Através da consulta rápida do quadro, o encarregado ficará informado sobre a capacidade dos seus colaboradores para preencher postos de forma a permitir a otimização do balanceamento da produção diminuindo a *Mura* (ou desnivelamento da carga de

trabalho), isto é, aliviar o esforço a que os gargalos serão submetidos distribuindo o trabalho.

2. As lacunas na formação da mão-de-obra estarão visíveis, isto é, uma máquina ou um posto de trabalho com apenas um funcionário que saiba desempenhar aquele trabalho estará suscetível a parar na falta ou impedimento daquele funcionário. O encarregado será, então, motivado a formar os seus trabalhadores para as máquinas ou postos de trabalho supramencionados. Este espírito de desenvolvimento da mão-de-obra promove o espírito de melhoria contínua (*Kaizen*), pilar do *Lean*.
3. Uma vez que o quadro vai estar à vista de todos, espera-se incentivar o espírito competitivo entre funcionários levando a uma maior vontade de aprender a trabalhar em novos postos e a realizar novas tarefas.
4. Combater a rotina a que os funcionários estão sujeitos resultando em trabalhadores mais motivados.
5. Maior rotatividade nos postos de trabalho previne o aparecimento de algumas lesões derivadas a operações repetitivas.

2.5.6 Formação e ações de sensibilização

Durante a implementação do *Lean* numa empresa, é fulcral que todos trabalhem no mesmo sentido e tenham presentes os conceitos associados ao mesmo, tornando-se importante formar tanto a gerência como os funcionários.

3 Descrição da empresa e da tipologia dos problemas

Neste capítulo é feita a descrição de um projeto de implementação de *Lean Manufacturing* numa empresa da indústria do calçado. Este projeto compreende a criação do VSM da empresa, a alteração do *layout* fabril, *layout* do armazém, implementação de sistemas de gestão visual, 5S, entre outras pequenas alterações.

3.1 A empresa

O presente caso de estudo é a Solart, uma empresa especializada na produção de solas para calçado, gravação de solas a laser e fabrico de tacões. Fundada em 1990 e com clientes em países como Inglaterra, França e Alemanha, já conseguiu alcançar um estatuto de respeito entre os seus pares. Apesar do seu sucesso, os seus administradores procuram ainda novas oportunidades de melhoria e foi no âmbito de aumento da produtividade que procuraram a XC Consultores.

A fábrica divide-se em quatro grandes áreas: escritórios, armazém, fabrico de solas e fabrico de tacões. O armazém abastece tanto a área de fabrico de solas como a área de fabrico de tacões que trabalham como secções independentes e paralelas.

No caso de uma nova encomenda, o cliente define as especificações da sola com o responsável pela produção de amostras e é, então, criada uma amostra. Apenas quando este modelo é aprovado, segue para a produção. Trata-se, portanto de uma produção *Pull*.

3.2 O produto

Para entender os processos envolvidos na produção de uma sola, é necessário conhecer a sua anatomia, que pode ser vista na Figura 14 e na Figura 15:

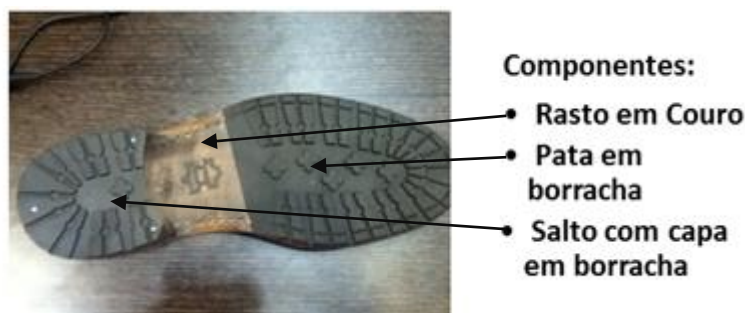


Figura 14 – Vista inferior e identificação de componentes



Figura 15 - Vistas lateral e superior e identificação dos componentes

Embora a produção do tacão seja maioritariamente para colar posteriormente à sola, esse não é o único propósito destes tacões. São, também, vendidos para outras fábricas de calçado. Podemos, então, separar os produtos vendidos em duas grandes famílias: as solas pré-fabricadas (com ou sem tacão) e os tacões.

3.3 Os processos

3.3.1 Solas pré-fabricadas

A criação de uma sola pré-fabricada começa com uma operação de corte, onde uma placa do material desejado é cortada na forma da sola (Figura 16). A esta forma chama-se rasto (Figura 17).

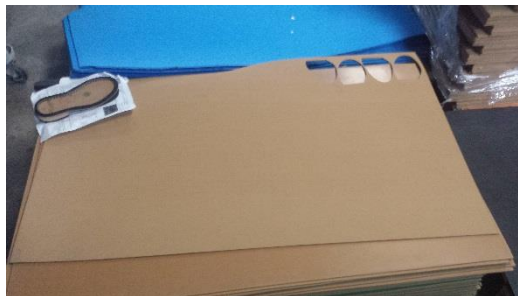


Figura 16 - Placa de masonite



Figura 17 - Rasto de masonite

O rasto será, agora, sujeito à cardagem e à timbragem da marca do cliente e do número do sapato. Destas operações resulta a sola representada na Figura 18.



Figura 18 - Sola cardada e timbrada

Segue-se a colagem da pata (Figura 19). Aqui o produto trabalhado é emparelhado com a pata respetiva. Depois de a pata estar colada, é necessário fazer uma fresagem do excesso.



Figura 19 - Sola com pata

O procedimento seguinte é a colagem da vira (Figura 20).



Figura 20 - Sola com vira

A sola está, agora, pronta para entrar na linha de montagem onde será sujeita à colagem do tacão – proveniente de uma secção paralela na fábrica, lixagem, pintura e envernizamento. No final do seu percurso pela linha, a sola está pronta para ser enviada para o cliente (Figura 21).



Figura 21 - Solas prontas a enviar para o cliente

3.3.2 Tacões

A produção dos tacões é iniciada na colagem das placas do material constituinte, conforme a altura indicada pelo cliente (Figura 22). Dependendo dos requisitos dos clientes, placas de materiais diferentes podem ser coladas (Figura 23). Isto é, uma placa de neolite ou de borracha pode ser associada a várias placas de masonite. Esta associação de placas de materiais diferentes vai levar o artigo por um caminho com menos processos, porque dispensa a operação de colagem da capa de borracha, uma vez que a neolite colada na operação inicial servirá de capa.



Figura 22 - Colagem das placas de masonite



Figura 23 - Placas de diferentes espessuras de masonite com borracha

No posto seguinte, da cadeia de valor, dá-se o corte das placas em tiras e das tiras em tacões (Figura 24).



Figura 24 – Tiras e tacões

A partir daqui os tacões com placas de neolite e os tacões com capa de borracha seguem processos diferentes. Os tacões que necessitam de capa de borracha (Figura 26) seguem para a operação de colagem (Figura 25) enquanto que os que a dispensam, aqueles que levam uma camada de neolite no início do processo, seguem para a operação de tupa.



Figura 25 - Tapete com secador reativador de cola



Figura 26 - Tacão com capa de borracha

O excesso de capa é removido dos tacões através de um processo chamado “abrir boca” (Figura 27).



Figura 27 - Salto com "boca aberta"

Depois desta operação, as cadeias de valor dos artigos com e sem camada de neolite ou borracha reencontram-se e seguem o mesmo processo. A próxima operação é a pintura das bocas (Figura 28).

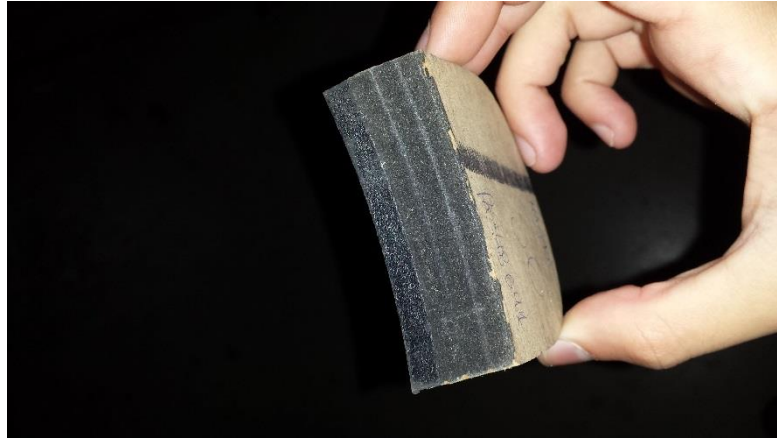


Figura 28 - "Boca" pintada

Uma vez feita a pintura das bocas, o tacão fica pronto para ser torneado de modo a obter a forma desejada (Figura 29).



Figura 29 - Tacão fresado

Do posto da pintura, o tacão segue para a “queda”. Nesta operação, o tacão é cavado de maneira a assentar o calcanhar de forma ergonómica (Figura 30).

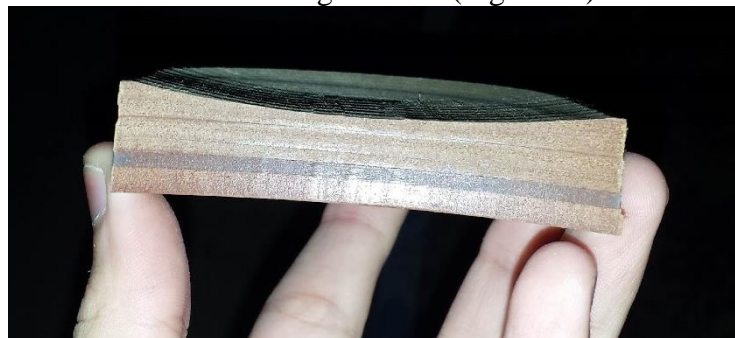


Figura 30 - Tacão cavado

Os tacões podem estar, neste momento, concluídos, mas existem ainda operações de adição de valor que são frequentemente solicitadas, tais como adição de tachas e canto limado (Figura 31).



Figura 31 - Canto limado

3.4 Problemas encontrados

Muitas das maiores empresas do mundo já seguem uma mentalidade *Lean*, mas nem todas as empresas têm a capacidade de implementação evidenciada por essas mesmas empresas, uma vez que, idealmente, seriam criados sistemas de suporte como um departamento de melhoria contínua ou formação contínua dos trabalhadores e isto implica um investimento.

Como é natural uma PME está sujeita a condições diferentes daquelas de uma grande empresa. Estas condições podem pôr em causa a implementação do *Lean*.

As empresas que trabalham segundo um modelo de gestão tradicional dificilmente vêem as vantagens da implementação do *Lean*, uma vez que já trabalham assim há muito tempo. Esta resistência é visível, principalmente, nos funcionários mais antigos. Esse foi o cenário encontrado na Solart.

Outras características diferenciadoras são:

- i. Baixo volume, alta variedade

Uma empresa que produza artigos *standard* faz uso de um processo de produção muito especializado, uma vez que um modelo satisfaz a procura de vários clientes, mas essa não é a realidade vivida numa empresa pequena: Quando um cliente faz uma encomenda na Solart, apresenta um modelo de uma sola. Esta sola está altamente personalizada e, consequentemente, servirá para aquele e só aquele cliente uma vez que, embora os materiais e sequência de processos possam por vezes ser semelhantes, cada sola será marcada com o seu traço diferenciador. Na ótica do cliente, esta exclusividade é valor acrescentado.

Esta estratégia de negócio gera inúmeras referências e volumes de produção muito reduzidos. Esta flexibilidade torna muito difícil a identificação de famílias de produtos.

- ii. Espaço

Todas as ordens de fabrico em curso, num determinado momento, representam níveis de *stock* muito elevados, tanto de matéria-prima como de WIP e de produto acabado. Estes *stocks* geram uma limitação da área do *Gemba* e, por vezes, são a causa de quedas na produtividade porque representam obstáculos ao movimento dos trabalhadores.

- iii. Poucos recursos financeiros e mão de obra pouco especializada

Como cada encomenda apresenta um baixo volume de produção e a empresa está sujeita a muitas encomendas num determinado momento, são necessários muitos funcionários. Associando isto a uma baixa margem de lucro por cada artigo, resulta numa fraca remuneração salarial para mão-de-obra pouco ou nada qualificada. Assim a gestão é dificultada.

iv. Dificuldades na paragem de produção

Da elevada quantidade de referências geradas e de um planeamento inadequado, resulta a difícil tarefa de cumprir os prazos de entrega impostos pelos clientes. Isto inviabiliza a paragem de produção para formação dos trabalhadores durante o horário de expediente ou discussão de soluções para problemas encontrados.

v. Cultura reativa

Como está intrínseco ao método de trabalho tradicional, os problemas não são evitados, são apenas remediados, o que leva a eventuais paragens não programadas que podem acabar por afetar toda a produção.

vi. Falta de registos

Durante muitos anos, a empresa trabalhou sem necessidade de manter registos de produtividade, de faltas, de avarias ou de polivalência dos funcionários. Esta realidade torna muito difícil tanto diagnosticar o problema como gerir todas as encomendas de produção em curso num determinado momento.

vii. Resistência à mudança

Um dos principais problemas no trabalho de atualização do processo de fabrico é a resistência à mudança e a ideias novas. Uma maneira de contornar este problema é a utilização de *soft skills*.

3.5 Abordagem aos problemas identificados

i. Estratégia de resolução

Após a análise dos problemas levantados na primeira abordagem, foi elaborada uma estratégia de resolução, que tem início numa recolha bibliográfica inicial, exposição do tema e criação de uma metodologia de trabalho.

ii. Estrutura das etapas do projeto

- 1) Levantamento inicial – Esta fase engloba o estudo do caso em mãos e a elaboração do plano de ação e ferramentas a aplicar.

O estudo do caso compreende as diretrizes principais da empresa, assim como os bens comercializados, a filosofia da sua produção, a sua estratégia de mercado e hierarquia da empresa. Assim as propostas feitas vão de encontro com a necessidade do cliente.

- 2) Elaboração dos planos de ação - Uma vez feito o diagnóstico e os indicadores recolhidos, são escolhidas as ferramentas a aplicar. Esta seleção é realizada com a participação dos responsáveis, para que esta toque em todos os pontos fulcrais e para que todos entendam o que implica a sua aplicação.
- 3) Aplicação dos planos acordados – Os planos acordados anteriormente são postos em prática e os resultados são analisados.

Antes de iniciar a aplicação das ferramentas escolhidas, é ideal formar e sensibilizar todos os colaboradores na ideologia *Lean* e integrá-los no projeto em mãos. Assim torna-se

possível obter o máximo de cada um, tal como solução para um eventual problema que surja ou que tenha sido, anteriormente, ignorado.

As ações supramencionadas são agora postas em prática. A sequência de execução e a disponibilidade laboral devem ser respeitadas e a intervenção em várias áreas em simultâneo deve ser evitada para não causar a queda da produção ou da objetividade. As ações iniciadas devem ser levadas até ao fim para não deixar nenhum projeto de implementação pendente.

- 4) Avaliação dos resultados e auditorias – Nesta fase é feita uma discussão e avaliação das ações planeadas.

De forma a avaliar os resultados das ações implementadas são utilizados planos de auditoria existentes nos manuais da XC Consultores e os resultados finais são comparados com os indicadores recolhidos na primeira fase da implementação.

É, assim, possível classificar o desempenho dos funcionários nas áreas de trabalho em que atuam e responsabilizá-los pelas suas ações. Estes mecanismos funcionam ainda como elementos disciplinadores e permitem identificar pontos problemáticos que possam ser sujeitos a ações de melhoria contínua.

4 Ações de melhoria

4.1 Diagnóstico *Lean*

Esta etapa tem uma grande importância na execução do projeto uma vez que vai condicionar as ações desenvolvidas de forma a incidir nos problemas fulcrais identificados quer pela empresa como pela XC Consultores. O sucesso obtido no final do trabalho está, então, intimamente ligado à qualidade do diagnóstico desenvolvido. Um bom diagnóstico deve ir de encontro às necessidades da empresa.

Segundo a literatura, num primeiro momento deve ser feito o levantamento da situação atual através de um mapeamento da cadeia de valor atualizado para servir de termo de comparação com o estado final ideal, a ser elaborado, também. O mapa da situação ideal deve ser atualizado sempre que surgir alguma melhoria na cadeia de valor, de modo a promover a melhoria contínua.

Como neste caso existe uma grande diversidade de produtos, que apesar de terem processos por vezes semelhantes são artigos inevitavelmente diferentes, para criar o VSM é necessário escolher uma família de produtos que siga um processo produtivo semelhante e que represente uma fatia importante na produção da empresa. Contudo, os dados necessários não estavam a ser tratados. Era, apenas, guardada a referência dos produtos (ex.: DAMIAN-RÚSTICO-02-C), em que as partes representam: o nome do cliente (neste caso Damian), o nome que o cliente escolheu para aquele modelo (Rústico), a variante daquele modelo (02), caso exista, e a sua cor (C). Tornou-se necessário fazer o estudo, juntamente com a gerência, dos produtos vendidos. Apesar da sintonia em torno da família de produtos a ser escolhida, foi levantado o problema da instabilidade da moda, que pode mudar muito repentinamente levando a uma consequente alteração da representação da família de produtos escolhida nas vendas da empresa. É importante referir, então, a efemeridade a que a validade desta escolha está sujeita.

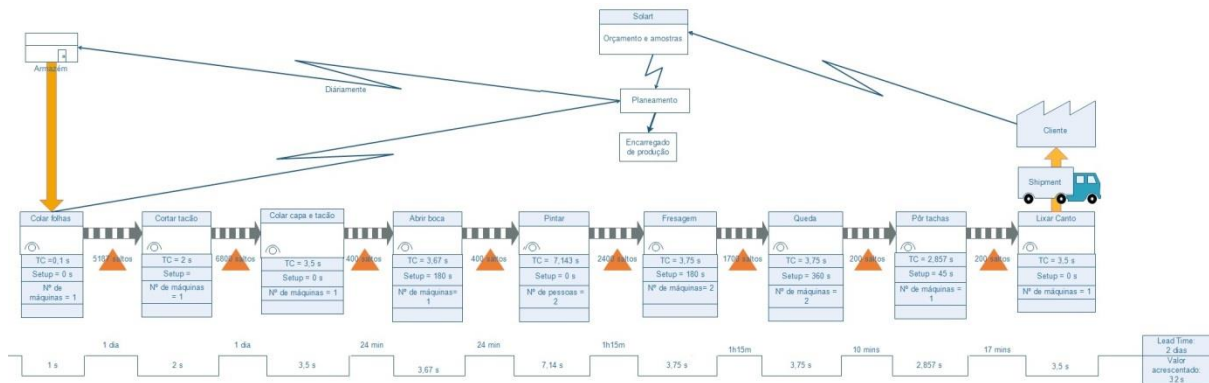


Figura 32 - Value Stream Mapping

O levantamento supramencionado é feito no *Gemba* o que leva à inevitabilidade da identificação de outras oportunidades de melhoria. Num primeiro contacto com a realidade do chão-de-fábrica foi possível identificar problemas de organização e limpeza em todos os seus setores.



Figura 33 – Sujeidade num posto de trabalho



Figura 34 - Falta de organização nas amostras

Eram visíveis grandes quantidades de inventário muitas vezes abandonadas aleatoriamente pelo chão-de-fábrica, frequentemente no meio do corredor que impediam a livre circulação dos trabalhadores.



Figura 35 - Corredores ocupados com *stock*

Existiam caixotes de lixo próximos de vários postos de trabalho, onde os trabalhadores escondiam os produtos defeituosos. Estes caixotes que foram, originalmente, colocados aqui para albergar lixo genérico estão a ser utilizados para esconder produtos estragados. O encobrimento dos defeitos traduz-se em atrasos no envio das encomendas para os clientes, uma vez que terão que ser repostos, e na repetição dos mesmos erros, porque os funcionários não são alertados pelo posto seguinte da sequência de produção.



Figura 36 - Caixotes com solas defeituosas

O transporte dos produtos pelo *Gemba* era feito manualmente recorrendo a caixotes, sujeitando os trabalhadores a esforços desnecessários que podem resultar em lesões e tempo desperdiçado. A desorganização das solas, dentro do caixote, dificulta, também, o seu manuseamento



Figura 37 - Caixote com solas

Na secção dos tacões, a falta de critério no *layout* das máquinas era visível. As máquinas eram dispostas pela sua ordem de compra. É, também, de realçar a inexistência de corredores e espaços definidos para os *stocks* intermédio.



Figura 38 - Secção dos Tacões

Num estudo mais detalhado da situação da fábrica, foi possível observar:

1. A partilha de ferramentas entre postos de trabalho. Isto resulta do extravio das ferramentas originais de cada máquina.
2. A inexistência de um plano de manutenção preventiva para cada máquina.
3. A falta de uma estrutura organizacional de suporte aos trabalhadores, i.e., em caso de incerteza o funcionário via-se na obrigação de se dirigir aos escritórios para discutir a sua dúvida, resultando em perda de tempo de produção.

4.2 Ações desenvolvidas e resultados

Identificadas as principais irregularidades no processo produtivo da empresa, são apresentadas, de seguida, as soluções propostas.

4.2.1 Formação e ações de sensibilização

Para introduzir os funcionários ao projeto em mãos, foram realizadas várias sessões de formação, tanto coletivas como individuais, durante toda a duração. O objetivo destas formações passava pela compreensão, por parte dos trabalhadores, dos conceitos base da mentalidade *Lean*. Como a desarrumação era um dos principais problemas identificados, também foi dada uma introdução aos 5S como medida de promover a estima pelo local e máquina de trabalho. Pode ser vista na Figura 39 a formação coletiva inicial dos funcionários.



Figura 39 - Formação dos funcionários

4.2.2 *Takt Time*

O primeiro passo para alinhar a produção à procura é calcular o *Takt Time* (ritmo). Ao garantir que todos os postos cumpram este ritmo, a procura será satisfeita. Uma cadência abaixo do *Takt Time* provocará atrasos na entrega ao cliente mas um ritmo de produção demasiado elevado provocará *muda* de *stock* ou de espera, por isso o *Takt Time* servirá como a cadência objetivo.

Para obter um valor admissível para o *Takt Time* a utilizar, foram consideradas as vendas em períodos homólogos e um fator de segurança de 1,3.

$$\textit{Takt Time} = \textit{Tempo disponível para cumprir a encomenda/Procura}$$

Para uma procura de 3.000 pares de tacões por dia:

$$\begin{aligned} & (\textit{dia} * \textit{tempo de trabalho diário}) / (\textit{procura} * \textit{coeficiente de segurança}) \\ & = 1 * 8 * 3600 / (3000 * 2 * 1,3) = 3,6 \text{ s/tacão} \end{aligned}$$

O ritmo de produção objetivo será, portanto, 3,6 segundos por tacão em cada posto. Um ritmo abaixo do *Takt Time* originará *stock* ou, porventura, espera.

A análise do VSM da secção dos tacões possibilitou um ponto de partida para a implementação do *Lean* na empresa, com a identificação de pontos cruciais para a atuação.

Após o estudo do VSM atual da secção dos tacões, que pode ser observado na Figura 40 - VSM inicial do processo foi possível constatar que o tempo demorado, por um tacão, a percorrer toda a cadeia de valor é de, sensivelmente, 2 dias, enquanto o tempo de valor acrescentado é de apenas 33 segundos. Os *mudas* são evidentes e devem ser combatidos. Foram identificadas *mudas* de transporte, movimentos, não-qualidade e sobreprodução, sendo que este último é consequência do anterior.

Apenas uma das operações não apresenta a capacidade necessária para cumprir o *Takt time*, mas, ainda assim, apresenta apenas uma insuficiência de 2%. Para combater esta insuficiência, não é viável utilizar dois funcionários para realizar esta tarefa a tempo inteiro. A solução encontrada passa pelo aumento da flexibilidade dos funcionários da secção dos tacões para que possam preencher a lacuna quando assim se justificar. Como ferramenta de apoio à gestão das polivalências dos funcionários, foi desenvolvida uma matriz de competências (ferramenta novamente abordada no ponto 4.2.7.3, na página nº 39). Com o apoio desta ferramenta, será possível ao chefe de secção, gerir os recursos humanos de forma mais flexível, adaptando-se melhor a qualquer solicitação.

Com o apoio das chefias e dos responsáveis de produção, foi elaborado um novo VSM que descreve um estado futuro. Os VSM podem ser consultados na Figura 40 e na Figura 41.

Durante a elaboração do VSM do estado atual da secção dos tacões, foi levantado o problema da inexistência de um critério de organização das máquinas pela fábrica. As máquinas estavam a ser distribuídas pela ordem de chegada à fábrica. Este problema será abordado no tópico 4.2.3 abaixo.

No novo VSM introduziu-se a possibilidade de criar três células de trabalho como medida de redução de *stocks* intermédios e, consequentemente, *lead time*. Esta ferramenta será abordada em detalhe no subcapítulo 4.2.4 abaixo.

Em muitas das operações do processo de criação de um tacão, era recorrente o trabalhador perder largos minutos à procura de uma ferramenta ou de um molde. A desarrumação era evidente. Para combater a entropia instaurada, desenvolveram-se ações 5S por toda a fábrica, que serão apresentadas no subcapítulo 4.2.5 abaixo.

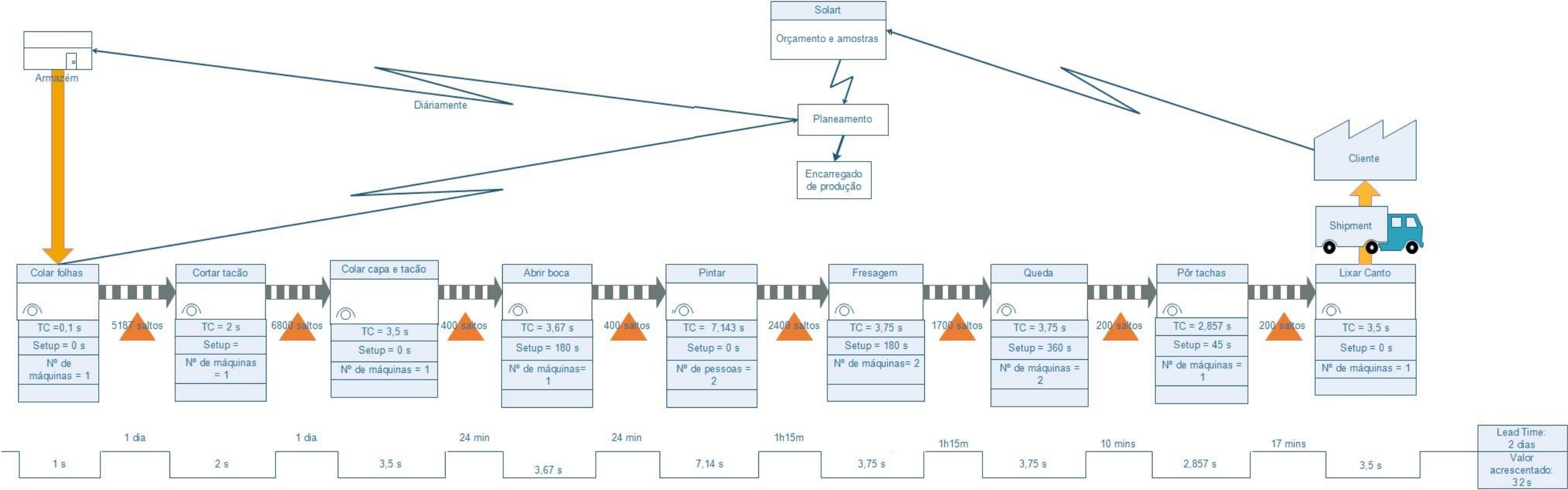


Figura 40 - VSM inicial do processo

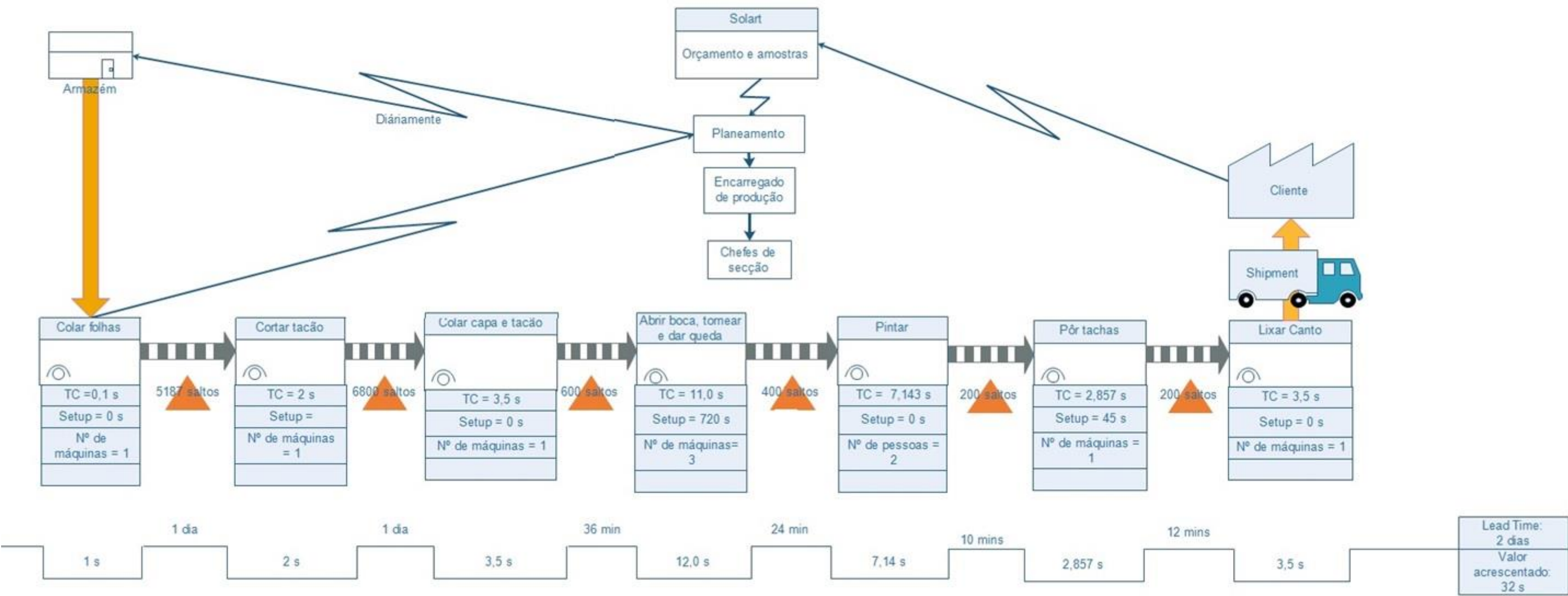


Figura 41 - VSM ideal do processo

4.2.3 Layout

Como é visível na Figura 42, a distribuição inicial das máquinas pela fábrica não seguia um critério com qualquer lógica funcional, apresentando contra-fluxos. Estes contra-fluxos causam um aumento da distância percorrida por cada tacão, o que representa *muda*.

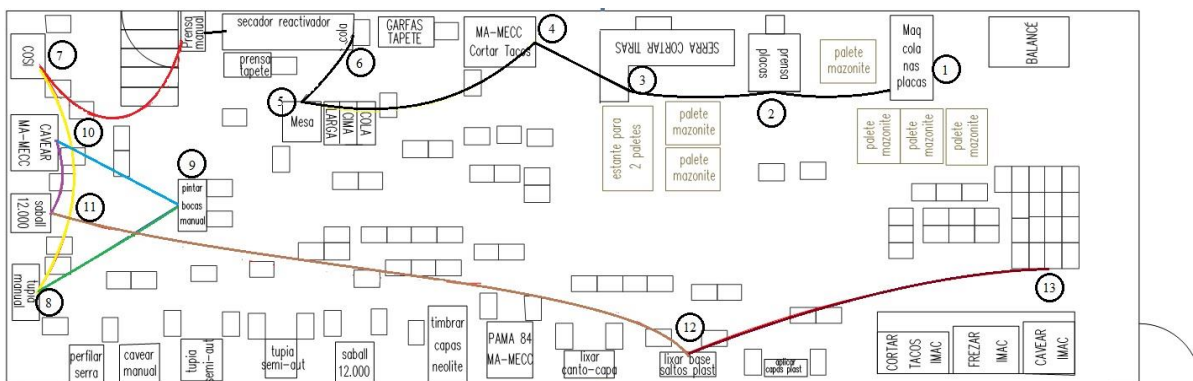


Figura 42 - Percurso de um tacão

De forma a combater os contra-fluxos supramencionados definiu-se um *layout* em U, ordenando as máquinas de acordo com a sequência do processo estabelecido e agrupando-as de acordo com a sua função como pode ser visto na Figura 43. O *layout* proposto é apresentado no ANEXO C: Novo *layout* da secção dos tacões em maior detalhe.

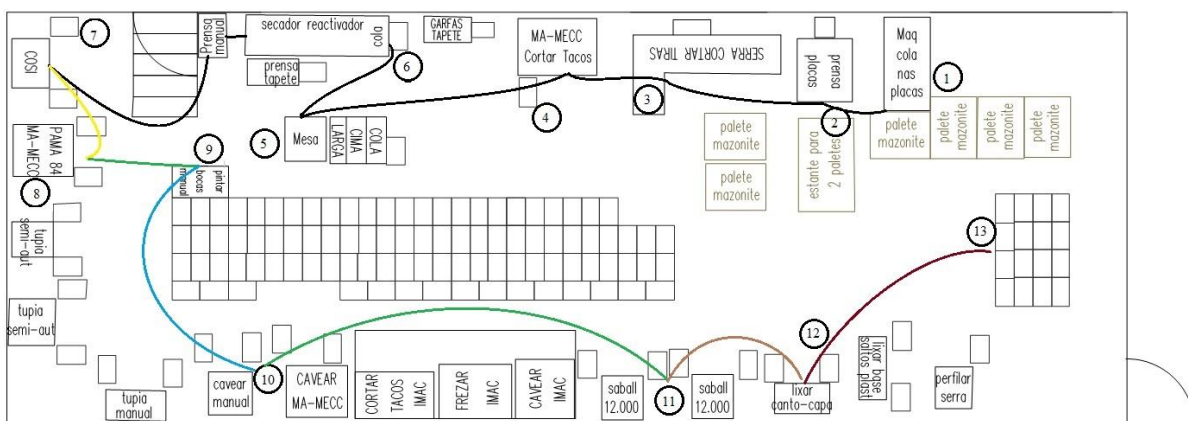


Figura 43 - Layout proposto para a secção dos tacões

Esta nova distribuição permite uma gestão visual do processo de criação dos tacões mais fácil, para o encarregado de produção, e uma gestão visual dos *stocks* intermédios de cada atividade para os trabalhadores, devido à marcação de áreas pré-definidas para os produtos a dar entrada em cada posto de trabalho. Facilita, igualmente, a identificação de anomalias tanto nos produtos como no processo.

Tornar esta distribuição numa solução permanente, permitiu, também, a marcação de corredores, que até agora eram inexistentes. Em caso de emergência, os trabalhadores teriam que contornar as caixas de inventário abandonadas na fábrica e também era recorrente os trabalhadores perderem tempo à procura de caixas de produto em curso.

4.2.4 Células de fabrico

Como medida para diminuir o *lead time* e o *stock*, foi feito o estudo da implementação de células de fabrico. Esta disposição das máquinas permitiria reduzir o *stock* uma vez que cada

produto seria trabalhado continuamente do início ao fim. Não existindo o *stock* intermédio entre postos de trabalho, o *lead time* seria consequentemente menor.

Idealmente, esta disposição das máquinas consistiria numa “ilha” para cada trabalhador, na qual o funcionário conseguisse manobrar os seus instrumentos de trabalho conforme a necessidade imposta pela encomenda de fabrico.

Apesar da escala utilizada no VSM não permitir a identificação do ganho em termos de *lead time*, a situação proposta apresenta uma redução de 143 minutos, através da eliminação dos *stocks* intermédios.

Não foi proposta uma solução que vise reduzir os maiores *stocks* intermédios (1 dia), por opção das chefias. Este *stock* representa um *buffer* para as atividades a juzante.

Apesar da impossibilidade da realização de células de fabrico para o segmento do processo produtivo dos tacões, tais como idealizadas no VSM da Figura 41 dentro do período da dissertação, foi estudada a possibilidade da sua implementação localizada. A solução idealizada libertaria uma área total de 5 m^2 , a área equivalente a vinte caixas de tacões, à qual seria ainda necessário subtrair a área ocupada pelas novas máquinas a comprar.

$$(4500 - 600)\text{tacões de stock a entrar} * 0.4\text{m} * 0.6\text{m}$$

Para isto, a seleção das máquinas a agregar em célula teve como princípios a taxa de automação, isto é, o tempo-máquina que liberta o operador para outra função, a sequência no processo e a existência de dois pares de máquinas, para que possam trabalhar em paralelo, para manter a cadência original. Para que não existam *mudas* de espera, é necessário garantir a otimização dos tempos de trabalho homem-máquina. Foram, então, escolhidas as máquinas de “abrir bocas” e “tupiar” (Figura 44).

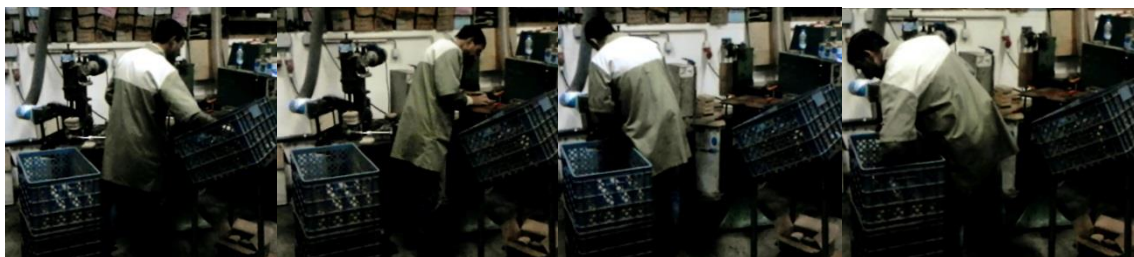


Figura 44 - Célula de fabrico

Com esta nova disposição foram medidos os dados da Tabela 1:

Tabela 1 - Comparação entre um conjunto de máquinas e uma célula de fabrico

Conjunto máquina de abrir boca + máquina de fresar		Célula	
Prós	Contras	Prós	Contras
Tempo de Ciclo = 3,75 s/tacão	12 caixas de <i>stock</i> intermédio	Não existe <i>stock</i> intermédio	Tempo de Ciclo = 8 s/tacão
-	O segundo operador tem que esperar que o primeiro termine o lote	Menor <i>lead time</i>	Ergonomia

No caso original, com uma máquina para cada posto de trabalho, o tempo decorrido entre cada tacão concluído, entenda-se sujeito a ambas as operações, é sensivelmente metade do tempo consumido pela célula. Isto é justificado pelo facto de apenas ter sido testada a criação de uma célula, para um operador. Apesar de no caso com dois postos de trabalho distintos

existir um tacão à saída a cada 3,75 segundos, o primeiro lote de peças do primeiro posto demora aproximadamente 12 minutos ($200 \text{ tacões/lote} * 3,64 \text{ s/tacão}$) a ser concluído, o que representa *muda* do operador da segunda operação, uma vez que é obrigado a esperar.

Com menor *lead time* os tacões começam a ser expedidos mais cedo uma vez que o primeiro lote de peças terminadas chega mais depressa, libertando a área correspondente às caixas despachadas e contribuindo, juntamente com a eliminação do *stock* intermédio, para a redução da área utilizada.

Apesar do espaço libertado na fábrica e similaridade de tempos de ciclo, quando os resultados foram apresentados à gerência, a questão da ergonomia do novo posto de trabalho foi o fator decisivo. O colaborador, que tinha de estar de pé por questões de funcionamento das máquinas, estaria sujeito a uma rotação muito acentuada por ciclo, o que poderia promover uma lesão crónica nas suas costas.

Esta proposta ficou, portanto, sem efeito, até à aquisição de novas máquinas.

4.2.5 5S

As atividades 5S desenvolvidas podem dividir-se em três ações que são descritas de seguida.

4.2.5.1 Estantes para moldes

Com o aparecimento de novas solas, é criado um molde que é guardado para a eventualidade de novas encomendas da mesma referência. Estes moldes eram guardados em caixas, por vezes mal identificadas, amontoadas e espalhadas pela fábrica, sem critério, como se pode ver na Figura 45.



Figura 45 - Moldes da secção dos tacões e moldes da secção de corte

Num primeiro momento de implementação de 5S, foi necessário selecionar as solas com procura mais frequente. Para isto, os dados das vendas dos últimos dois anos foram tratados de forma a conseguir uma seleção das solas e tacões solicitados pelo menos duas vezes. Todos os modelos com apenas uma encomenda feita há mais de seis meses foram considerados como extintos e, consequentemente, retirados da área de produção da fábrica e armazenados.

As caixas de cartão, nas quais os moldes estavam a ser guardados não permitiam, ao funcionário, ver se continham o que estava identificado no exterior uma vez que em muitos casos as caixas estavam vazias. Para resolver isso tomaram-se duas soluções distintas:

- Para os moldes utilizados no corte com balancés, foi entregue ao serralheiro um plano para uma estante, a colocar imediatamente ao lado dos balancés, capaz de suportar todos os cortantes necessários, que se pode ver na Figura 46.



Figura 46 - Estante para cortantes

Os cortantes selecionados foram organizados, na vertical, por frequência de utilização e, longitudinalmente, por nome do cliente. Até ao presente momento, não foi possível implementar os separadores móveis que permitam isolar devidamente os moldes de cada cliente.

- De forma a utilizar a área da secção dos tacões da melhor maneira, optou-se por outra solução. Desta vez, a estrutura desenvolvida tira partido de um ressalto existente na parede, que pode ser visto na primeira fotografia da Figura 45. Os moldes são agora guardados em caixas de plástico abertas, que permitem a consulta do material no seu interior, devidamente identificadas. Cada caixa pode albergar três referências diferentes mas do mesmo cliente, como se pode constatar na Figura 47.

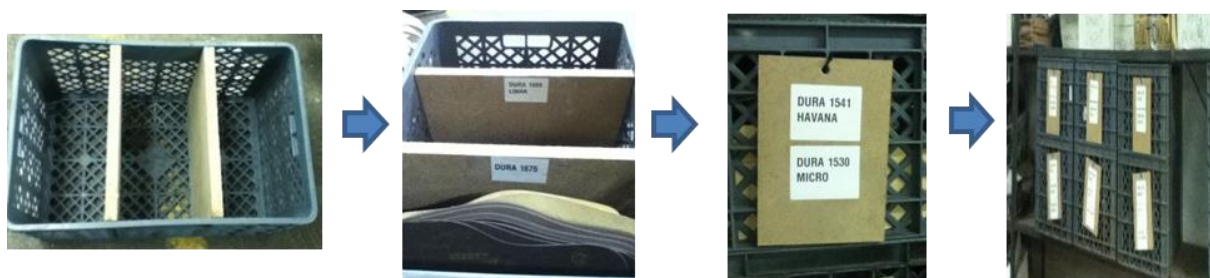


Figura 47 - Caixa de moldes

4.2.5.2 Marcação do chão de fábrica na secção dos tacões

A inexistência de corredores definidos promovia a desarrumação e a falta de critério na localização das caixas de *stock*, resultando na *muda* de espera, uma vez que o funcionário tinha que procurar o produto que lhe pertencia. Este estado é visível na Figura 48.



Figura 48 - Secção dos tacões sem corredores

Com a marcação dos corredores de acordo com o artigo 13º da portaria nº 987/93, foi possível definir áreas para albergar todos os componentes desta secção, desde *stock* a máquinas. Dentro das áreas reservadas para *stock* foram ainda definidas as áreas correspondentes ao *stock* para cada máquina, de modo a facilitar a sua procura (Figura 49 e Figura 50).



Figura 49 - Área definida para *stock* de paletes de masonite



Figura 50 - Área definida para *stock* de tacões a torneiar

4.2.5.3 Quadros de ferramentas

Durante o levantamento inicial do processo produtivo da secção dos tacões foram medidos os tempos desperdiçados em diversas operações. Dentro destes desperdícios, o tempo perdido no

setup das máquinas é considerável, chegando por vezes a representar 16% do tempo de análise, em alguns postos. Uma das razões para esta má utilização do tempo de produção foi o extravio de algumas ferramentas de aperto e medição comuns a várias máquinas resultante de uma organização inexistente (Figura 51). Como solução para esta perda de produtividade, foi levada a cabo a aplicação da metodologia 5S aos postos de trabalho.



Figura 51 - Ferramentas de um posto de trabalho

O primeiro passo na implementação desta ferramenta *Lean* foi a seleção, junto dos funcionários e dos responsáveis da secção, das ferramentas essenciais para cada posto. A ausência das ferramentas foi relevante, tornando-se necessária a sua partilha em máquinas semelhantes. As ferramentas que não eram usadas frequentemente foram dispensadas. Uma vez seleccionadas as ferramentas essenciais, seguiu-se a limpeza e organização das ferramentas em pequenos quadros, de modo a que os utensílios fossem exibidos na menor área possível como é visível na Figura 52.



Figura 52 - Ferramentas seleccionadas

Procedeu-se, por fim, à padronização da organização das ferramentas seleccionadas através da marcação do seu contorno. Isto permite a quem quer que visite o chão de fábrica saber se e onde falta alguma ferramenta.



Figura 53 - Quadros ferramenta

Com a ajuda do serralheiro, os quadros foram colocados em sitios de fácil acesso de acordo com a posição de trabalho do funcionário (Figura 54).



Figura 54 - Quadros ferramenta afixados

4.2.6 Total Productive Management

Como medida de suporte à implementação do *Total Productive Management*, foram desenvolvidos planos de Inspeção, Limpeza e Lubrificação (planos ILL) para cada máquina que justifique uma manutenção regular das ferramentas ou do lubrificante. Estes planos, que se inserem no pilar do TPM da manutenção autónoma, também abordam práticas básicas de funcionamento, para que a introdução de um novo elemento seja feita o mais rápida e facilmente possível e devem ser executados. Estes planos devem ser consultados diariamente pelos funcionários e podem ser vistos no ANEXO E: Planos ILL.

4.2.7 Kaizen

Como medida para promover a extinção dos silos departamentais e aproveitando uma sala recentemente construída com o propósito de servir de refeitório para os colaboradores, instaurou-se uma filosofia de *Kaizen* (melhoria contínua em japonês) diário, onde os funcionários responsáveis por cada secção se reúnem, diária ou bidiariamente, de modo a discutir abordagens a um novo produto ou a um problema persistente. A sala em que estas reuniões decorrem chama-se *Obeya* e deve disponibilizar todas as informações sobre o processo produtivo necessárias para os intervenientes.

4.2.7.1 *Obeya*

Para escolher o sítio ideal para ter as reuniões supramencionadas, ponderou-se utilizar o *show room* já existente e mais próximo da produção, mas este apresentava um entrave que era a sua dimensão e capacidade para albergar os quadros representativos da situação atual da empresa, fundamentais para as reuniões diárias entre as chefias.

4.2.7.2 *Reuniões diárias e criação de chefias intermédias*

Até ao momento, todas as questões de todos os funcionários eram esclarecidas com o chefe de produção. Isto criava problemas de sobrecarga das responsabilidades do chefe de produção e problemas de paragens constantes na produção, uma vez que qualquer trabalhador tinha que sair do seu posto e procurar o seu superior para esclarecer a sua dúvida. Para combater estas dificuldades foi criado um patamar de chefia entre o responsável pela produção e todos os outros funcionários. Este novo cargo é designado como “chefe de grupo”. Os chefes de grupo têm duas funções que são:

- Reunir diariamente com o chefe de produção, de modo a esclarecer dúvidas que tenham surgido sobre uma nova metodologia de produção e ser aconselhado, pelo mesmo, como forma de prevenção para eventuais questões que possam vir a surgir na entrada de uma nova encomenda.
- Transmitir às suas equipas a informação trocada com o encarregado de produção.
- Gerir as suas equipas de trabalho internamente conforme a necessidade imposta pelos trabalhos em curso.

Com estas novas responsabilidades, o chefe de produção tem os seus encargos aliviados estando livre para responder a questões pontuais que os chefes de equipa lhe tragam.

Como mencionado no subcapítulo 4.2.7.1. as reuniões são feitas numa sala chamada *Obeya* que pode ser vista na Figura 55.



Figura 55 - *Obeya*

4.2.7.3 *Quadros*

4.2.7.3.1 **Quadro de Polivalência**

Como se trata de uma fábrica com muitas máquinas e muitos operadores, a gestão dos recursos humanos é extremamente difícil. O chefe de produção, responsável pela gestão dos trabalhadores inter-equipas, não tinha maneira de saber quais eram as competências de cada funcionário e todo o processo de fabrico ficaria suscetível a parar, caso algum funcionário faltasse. Para ultrapassar este obstáculo foram criados quadros de competências onde são confrontados todos os postos de trabalho e todos os funcionários. Deste modo, o responsável de produção, aquando da reunião com os chefes de equipa, pode escolher que funcionário terá

formação em que posto de trabalho, promovendo, assim, a sua polivalência de modo a prevenir o caso de paragens devidas a faltas. Mas o propósito destes quadros não é apenas esta gestão de recursos humanos. Passa também pelo incentivo do espírito competitivo dos funcionários para quererem aprender a trabalhar em mais postos. Nos quadros são distinguíveis quatro níveis de competência: “Não sabe”, “Em formação”, “Sabe operar com supervisão” e “Independente” (Figura 56).

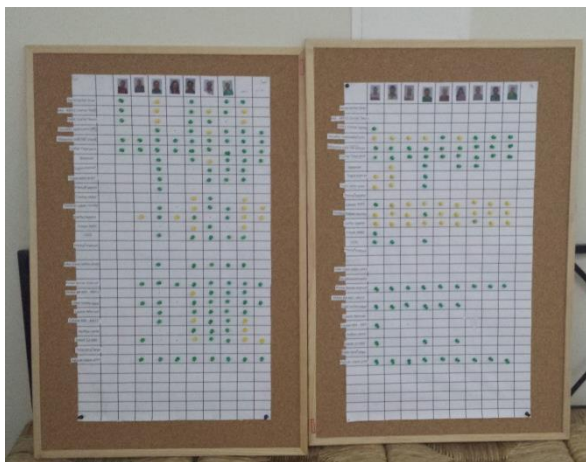


Figura 56 - Quadro de polivalências

A evolução dos funcionários está a ser monitorizada de modo a que os colaboradores com maior motivação sejam premiados.

4.2.7.3.2 Indicadores

Um dos principais problemas imediatamente identificados na primeira visita à fábrica foi a falta de controlo da produção diária, tanto de cada funcionário como da fábrica como uma entidade. O único controlo que a empresa apresentava era já na fase de embalagem das encomendas para os seus consumidores diretos. Aqui as solas eram contadas e, no caso de falta, era enviado o aviso para montante, para que fossem repostas. Não eram, no entanto, guardados os registos de encomendas que não estavam completas nem quanto tempo demoravam em cada posto. Esta falta de controlo dificultou o levantamento do estado inicial.

Em resposta à falta de dados que impediu implementação mais rápida de ações de melhoria, foram criados indicadores que foram distribuídos por todos os postos de trabalho. O modelo da ficha distribuída pode ser consultado no ANEXO F: Ficha de Produção Individual e um exemplo de uma ficha preenchida por um funcionário pode ser vista na Figura 57. Estas fichas são preenchidas, no final de cada dia de trabalho, por cada funcionário e representam a sua produção diária. Qualquer quebra não programada na produção deve alertar o responsável para a eventualidade de um problema recorrente, promovendo assim a procura por uma solução.



Figura 57 - Ficha de produção individual preenchida

As fichas distribuídas pelos postos de trabalho foram substituídas mensalmente, de modo a permitir o tratamento dos seus dados e uma análise atualizada dos mesmos. O tratamento dos dados resulta numa distribuição temporal da produção, sendo prestada especial atenção à produção diária do último mês, que é afixada no início de cada mês no quadro localizado na *Obeya*. Pretende-se assim evidenciar qualquer problema que tenha surgido num determinado posto de trabalho, fomentar o debate sobre o mesmo e chegar, no caso de um problema recorrente ou evitável, a uma solução preventiva.

4.2.7.3.3 Planeamento

Anteriormente a este projeto, os funcionários entravam em contacto com a sola a produzir apenas no momento inicial da produção e nenhum funcionário era alertado para qualquer potencial problema que pudesse surgir durante a produção do artigo. Isto levantava entraves na cadeia, uma vez que, surgindo alguma questão pertinente, o funcionário via-se obrigado a procurar o responsável de produção, abandonando o seu posto durante um período de tempo equivalente à ocupação a que o seu superior estivesse sujeito.

Uma solução encontrada como modo de facilitar a discussão dos métodos a utilizar em cada sola (tais como temperatura de secagem, mistura de tintas, material de cada componente da sola) é fornecer, aos funcionários, a informação relativa a cada encomenda previamente ao seu lançamento para a produção. Isto permite que os pormenores da execução de cada artigo sejam discutidos com antecedência, nas duas reuniões diárias que foram definidas com as chefias. Esta ferramenta permite evitar desvios que possam aparecer com a rotação dos funcionários, tais como uma mistura com diferentes proporções de cores ou temperatura e tempo de secagem diferentes que se tornam evidentes no final da produção.

Como facilitador da transmissão do planeamento para todos os empregados, foram instalados quadros interativos por toda a fábrica, que permitem consultar o planeamento das produções já agendadas e pormenores sobre cada uma, tais como data de entrega, disponibilidade e localização do material necessário e eventuais sugestões deixadas pelo encarregado de produção.

5 Conclusões e perspectivas para trabalhos futuros

O presente capítulo divide-se em duas partes. Na primeira parte será feita uma conclusão ao projeto de dissertação em mãos, procedendo à análise dos resultados obtidos e expondo alguns comentários relativos à implementação do *Lean*. Posteriormente será feita uma abordagem a eventuais oportunidades de projetos futuros.

5.1 Conclusões

Como foi mencionado no decorrer da dissertação, não eram guardados registos relativos à produção de cada posto de trabalho, o que dificulta a comparação entre a situação atual e a situação prévia à implementação do projeto *Lean*. Ainda assim pode ser feita uma breve contrastação entre alguns dos pontos focados durante o projeto.

Para permitir uma análise concreta dos resultados de futuras melhorias foram desenvolvidos indicadores de produção individuais, a ser preenchidos pelos funcionários no final de cada dia de trabalho. A informação recolhida por estes indicadores é atualizada mensalmente e afixada nos quadros expositores elaborados no contexto do presente projeto, de modo a que todos os colaboradores tenham acesso aos dados. Esta informação permite uma identificação facilitada de eventuais quebras na produção abrindo caminho para uma discussão de soluções a implementar.

Durante o levantamento inicial, foi levantado o problema da seleção da família de produtos a estudar, uma vez que nos registos de vendas são apenas guardadas as referências, sem qualquer tipo de descrição do artigo. Foi então feita uma seleção das referências que representavam a maior fatia das receitas da empresa e foi iterado o tipo de sola a que diria respeito. Uma vez selecionada a família de solas a estudar, foi feito o levantamento inicial. Durante este levantamento as dificuldades logísticas, do setor dos tacões, eram evidentes, existindo contra-fluxos e desorganização operacional. Por um lado, as máquinas não seguiam uma ordem estabelecida e, por outro, havia demasiado *stock* de artigos em produção sem qualquer espaço definido. Abordando o primeiro ponto e dadas as capacidades ao dispor da fábrica, isto é o número de máquinas de cada tipo e a área disponível, foi escolhido um *layout* em U seguindo a ordem do processo, diminuindo os contra-fluxos. Durante a alteração das posições das máquinas, foi possível definir corredores para a livre circulação de funcionários e materiais. A fim de resolver o segundo problema mencionado, da área ocupada com *stock*, foi estudada a possibilidade de criação de células de fabrico. Esta solução acabou por não ser viável devido à ergonomia criada pelas dimensões da maquinaria envolvida. O operador era obrigado a um esforço físico cíclico que poderia vir a estar na origem de lesões crónicas. Paralelamente, foi estudada outra solução para a questão do espaço necessário. Desta vez na redução do tempo de ciclo de algumas operações, graças à implementação de quadros de ferramentas. Estes quadros permitem uma redução, da *muda* de procura pelas ferramentas.

Como forma de facilitar a gestão da fábrica em todos os setores e de criar um sistema de suporte à implementação de melhoria contínua, a estrutura organizacional da empresa foi modificada, estabelecendo um patamar intermédio de chefia. Os recém-nomeados “chefes de grupo” têm os encargos de gerir as suas equipas de trabalho internamente, delegando responsabilidades aos colaboradores da sua secção conforme as suas competências, e de reunir com o responsável de produção duas vezes por dia para discutir eventuais problemas que possam surgir com o aparecimento de novos produtos. A gestão interequipas é feita pelo responsável de produção, que está igualmente encarregue de novas funções. É, agora, responsabilizado por garantir a constante formação dos funcionários da fábrica e que o processo produtivo é levado a cabo sem dúvidas dos funcionários, alertando-os para eventuais

problemas em futuras encomendas de fabrico. Estas reuniões têm lugar numa sala *obeya* para que os funcionários responsáveis possam consultar os dados recolhidos e atualizados.

Para gerir a formação dos funcionários de forma eficiente, de modo a garantir que no caso de uma eventual falta o processo não é afetado, e para incentivar a vontade de aprender novas funções, por parte dos empregados, foi criado um quadro de competências. Neste quadro, as polivalências dos funcionários estão discriminadas e a sua evolução é controlada de modo a recompensar quem mostrar mais empenho. Conseguir-se-á assim obter uma equipa de trabalho mais polivalente, preparada para os desafios desta indústria em constante mudança.

5.2 Trabalhos futuros

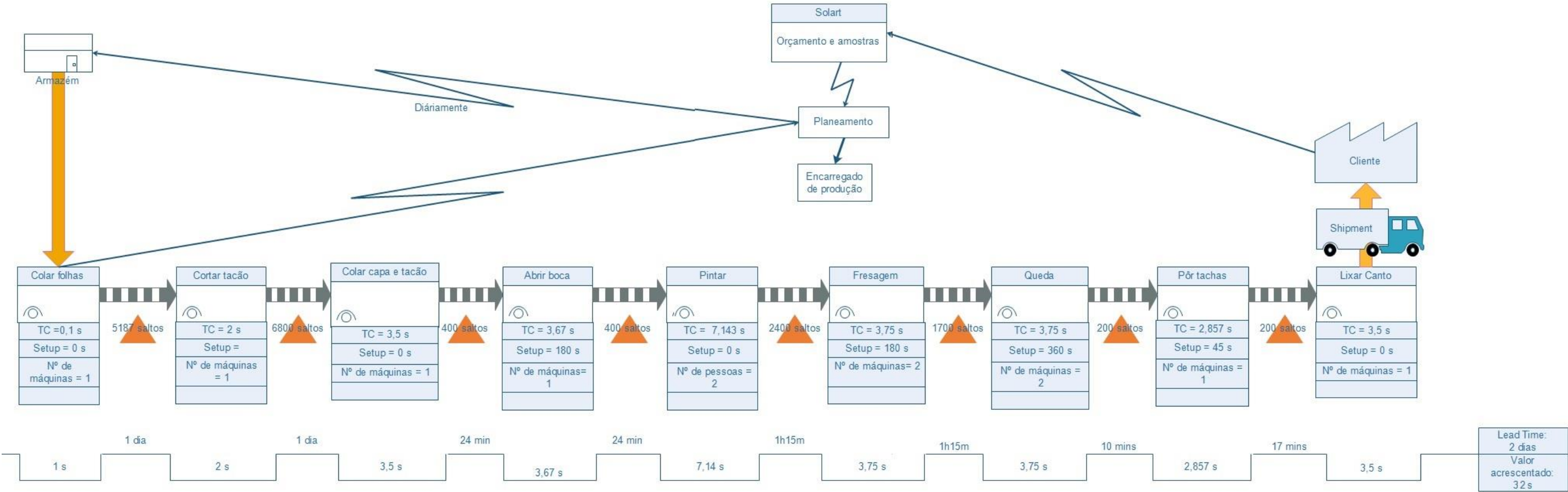
O tempo disponível para a implementação de um projeto de melhoria contínua foi manifestamente curto e por esse motivo, este trabalho representa apenas um ponto de partida para o desenvolvimento de um processo de melhoria contínua.

Algumas ações, tais como a criação de células de fabrico (que depende da aquisição de novos equipamentos), a formação dos funcionários em diversas funções ou a introdução do sistema de manutenção autónoma, ainda estão numa fase prematura e, como a sua implementação mostra muito potencial na redução de desperdícios, não devem ser abandonadas, pelo que o seu acompanhamento constante é muito recomendável.

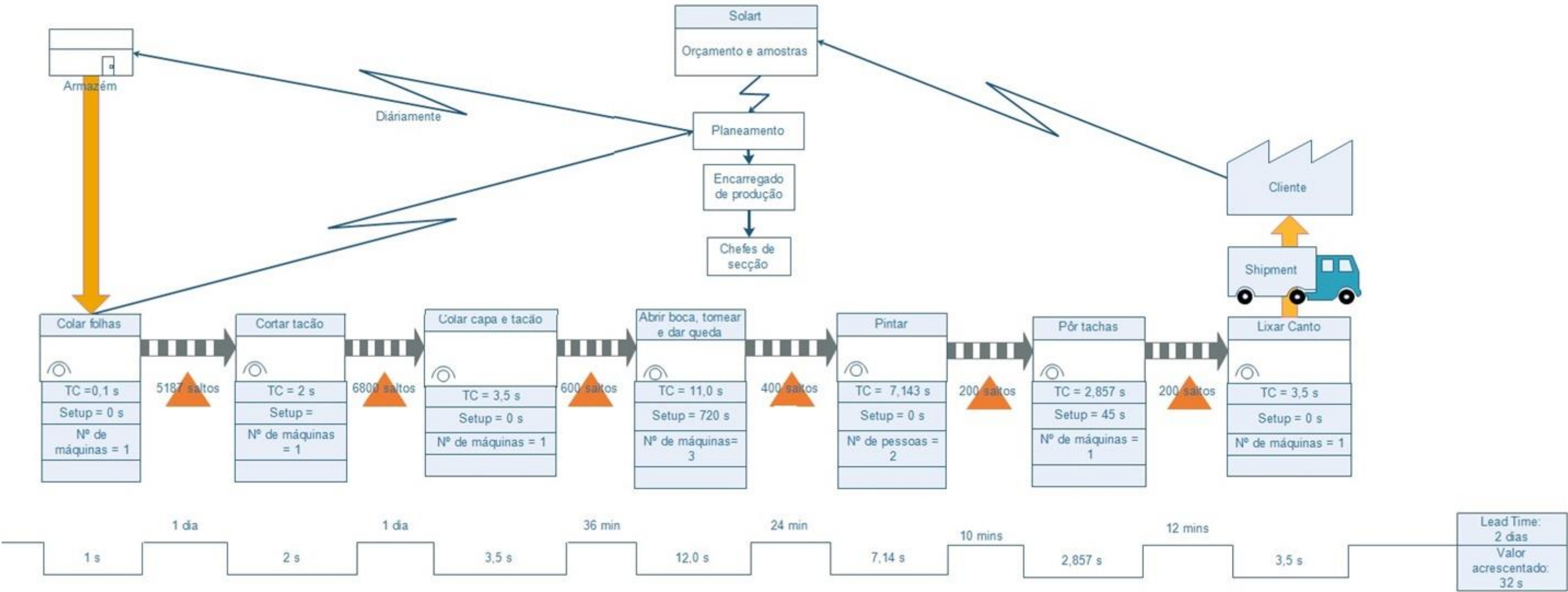
Referências

- Allen, Theodore T. 2010. Introduction to Engineering Statistics and Lean Sigma: Statistical Quality Control and Design of Experiments and Systems.
- Jacobs, F. Robert e Richard B. Chase. (2011). Operations and Supply Chain Management. 13 Edition ed.: McGraw-Hill.
- Japan Institute Plant Maintenance. Acedido a 20 de outubro de 2014. <http://www.jipm.or.jp/>
- Klein, M. M. (1994). the Reengineering Handbook.
- Lean Enterprise Institute. Acedido a 13 de outubro de 2014, de PRINCIPLES OF LEAN: www.lean.org
- Lean Institute Brasil. Acedido a 13 de outubro de 2014, de Os 5 Princípios: www.lean.org.br
- Lean Institute Brasil. S/ Ano. "Os 5 Princípios do Lean Thinking (Mentalidade Enxuta)".
- Levinson, A. Williams. 2007. Beyond the theory of constraints: how to eliminate variation and maximize capacity.
- Liker, J. K. e Meier (2005). The Toyota Way Fieldbook. Capítulo 3 – Starting the Journey of Waste Reduction. McGraw-Hill.
- Ohno, T. (1997), “O Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala”, Bookman, Porto Alegre.
- Pinto, J. (2009), “Pensamento Lean – A filosofia das organizações vencedoras”, Lidel, Lisboa.
- Rother, M. e Shook, J. (1999). Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate *muda*
- Takahashi, Yohikazu & Osada, Takashi. (1993). TPM/MPT: Manutenção Produtiva Total. São Paulo
- Wolbert, D. (2007). Utilization of Visual Metrics to Drive Intended Performance. Master of Business Administration and of Science in Mechanical Engineering Thesis. Massachusetts Institute of Technology.
- Womack, James P, Jones, Daniel T. e Roos, Daniel. 1990. The Machine that Changed the World.
- Womack, P. James e Jones, Daniel T. 2003. Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation, Revised and Updated
- XC Consultores Lda. acedido a 13 de outubro de 2014

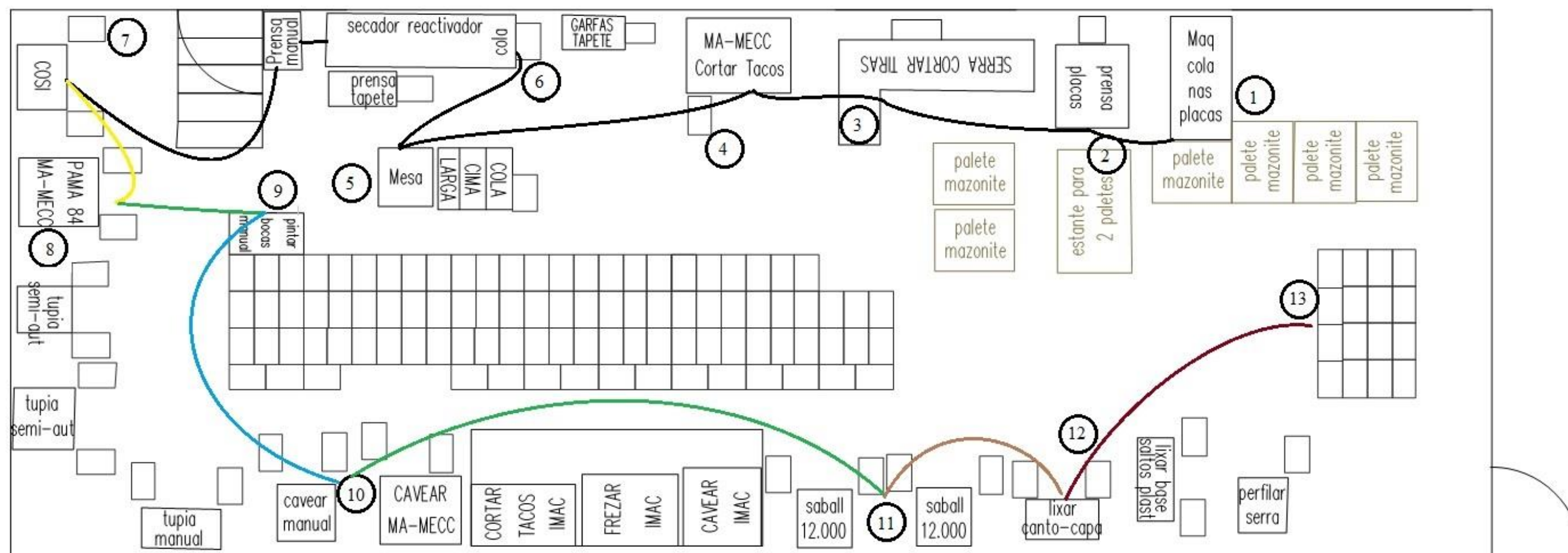
ANEXO A: VSM inicial da secção dos tacões



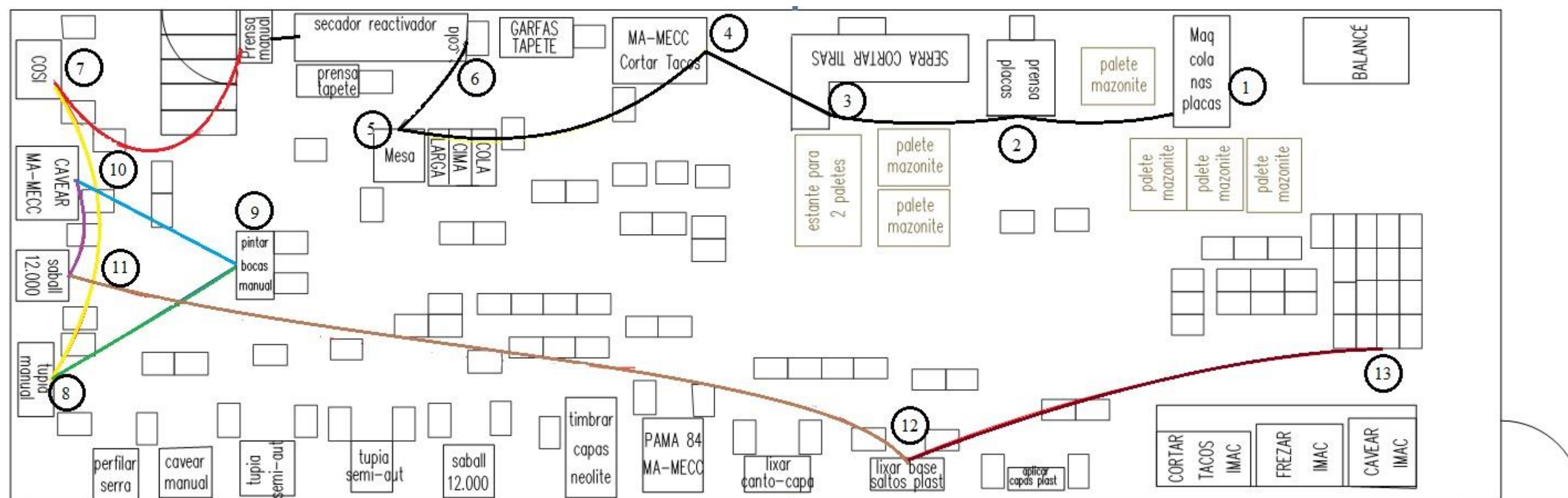
ANEXO B: VSM ideal da secção dos tacões













ANEXO C: Novo *layout* da secção dos tacões



ANEXO D: *LAYOUT* original da secção dos tacões













ANEXO E: Planos ILL








		Plano ILL - Inspeção Limpeza e Lubrificação				Legenda:  Inspeção  Limpeza  Intervenção  Lubrificação
Máquin	Abrir canal	Responsável:		Funcionário		
Nº Op	Elemento	Tipo de ação	Meios	Instrução	Tempo	
1	Máquina		-	Afinar conforme sola amostra	2 mins	
2	Máquina		-	Ligar máquina no switch	1 seg	
3	Zona envolvente		Vassoura	Limpar redondezas	30 segs	
4	Máquina		-	Verificar nível do óleo	1 seg	
5	Máquina		-	Trocar óleo	-	












		Plano ILL - Inspeção Limpeza e Lubrificação				Legenda:  Inspeção  Limpeza  Intervenção  Lubrificação
Máquina:	Máquina Costura	Responsável:		Funcionário		
Nº Op	Elemento	Tipo de ação	Meios	Instrução	Tempo	
1	Máquina		-	Trocar fio	-	
2	Máquina		-	Ligar máquina	1 seg	
3	Redondezas		Vassoura e pano	Limpar chão e mesa	-	
4	Máquina		-	Verificar nível do óleo	1 seg	
5	Máquina		-	Trocar óleo	-	

	Plano ILL - Inspeção Limpeza e Lubrificação	Legenda:  Inspeção  Limpeza  Intervenção  Lubrificação
---	---	---















Máquina: Máquina de cardar e timbre		Responsável:		Funcionário	
Nº Op	Elemento	Tipo de ação	Meios	Instrução	Tempo
1	Painel 1		-	Ligar máquina	1 seg
2	Painel 1		-	Ajustar interruptor para manual	1 seg
3	Painel 1		-	Ajustar interruptor para contínua	1 seg
4	Máquina		-	Preparar timbre	2 mins
5	Painel 2		-	Ligar máquina	1 seg
6	Válvula		-	Ajustar pressão para ter altura necessária	10 segs
7	Tapetes transportadores		Jato de ar	Limpar tapetes	5 segs
8	Máquina		-	Verificar nível óleo	1 seg
9	Máquina		-	Mudar óleo	-
10	Redondezas		Vassoura	Limpar redondezas	5 mins









	Plano ILL - Inspeção Limpeza e Lubrificação	Legenda:  Inspeção  Limpeza  Intervenção  Lubrificação
---	---	---

















Máquina: Máquina de cardar		Responsável:		Funcionário	
Nº Op	Elemento	Tipo de ação	Meios	Instrução	Tempo
1	Painel		-	Ligar máquina	1 seg
2	Máquina		-	Trocar lixa	30 segs
3	Máquina		-	Ajustar plataformas	5 segs
4	Máquina		Jato de ar	Limpar máquina	30 segs
5	Máquina		-	Verificar óleo	1 seg
6	Máquina		-	Substituir óleo	-
7	Redondezas		Vassoura	Limpar chão	5 mins















		Plano ILL - Inspeção Limpeza e Lubrificação				Legenda:  Inspeção  Limpeza  Intervenção  Lubrificação
Máquina:	Máquina de lixar	Responsável:		Funcionário		
Nº Op	Elemento	Tipo de ação	Meios	Instrução	Tempo	
1	Máquina		-	Por lixa adequada	30 segs	
2	Máquina		-	Ligar máquina	5 segs	
3	Máquina		Jato de ar	Limpar máquina	30 segs	
4	Redondezas		Vassoura	Limpar redondezas	5 mins	
5	Máquina		-	Verificar óleo	1 seg	
6	Máquina		-	Substituir óleo	-	












		Plano ILL - Inspeção Limpeza e Lubrificação				Legenda:  Inspeção  Limpeza  Intervenção  Lubrificação
Máquina:	Cola para vira	Responsável:		Funcionário		
Nº Op	Elemento	Tipo de ação	Meios	Instrução	Tempo	
1	Painel		-	Ligar máquina	5 segs	
2	Máquina		-	Ajustar máquina no fuso	-	
3	Máquina e redondezas		Pano e vassoura	Limpar máquina e redondezas	5 mins	
4	Máquina		-	Substituir cola	-	












		Plano ILL - Inspeção Limpeza e Lubrificação				Legenda:  Inspeção  Limpeza  Intervenção  Lubrificação
Máquina: Vira automática		Responsável:		Funcionário		
Nº Op	Elemento	Tipo de ação	Meios	Instrução	Tempo	
1	Máquina		-	Ligar máquina	5 segs	
2	Painel		-	Desligar motor	1 seg	
3	Máquina		-	Trocar vira e peças	-	
4	Painel		-	Regular pressão e velocidade	-	
5	Painel		-	Ligar motor	5 segs	
6	Máquina		Jato de ar	Limpar máquina e solas	1 seg	
7	Redondezas		Vassoura	Limpar redondezas	5 mins	
8	Máquina		-	Verificar óleo	5 segs	
9	Máquina		-	Trocar óleo	-	

		Plano ILL - Inspeção Limpeza e Lubrificação				Legenda:  Inspeção  Limpeza  Intervenção  Lubrificação
Máquina: Vira manual		Responsável:		Funcionário		
Nº Op	Elemento	Tipo de ação	Meios	Instrução	Tempo	
1	Máquina		-	Trocar peças	1 min	
2	Painel		-	Ligar máquina	-	
3	Redondezas		Vassoura	Limpar redondezas	5 mins	
4	Máquina		-	Verificar óleo	-	
5	Máquina		-	Trocar óleo	-	

		Plano ILL - Inspeção Limpeza e Lubrificação				Legenda:  Inspeção  Limpeza  Intervenção  Lubrificação
Máquina:	Abrir vira	Responsável:	Funcionário			
Nº Op	Elemento	Tipo de ação	Meios	Instrução	Tempo	
1	Painel Peças		-	Selecionar peça	5 segs	
2	Máquina		-	Trocar peça	30 segs	
3	Painel máquina 1		-	Ligar máquina 1	-	
4	Painel máquina 2		-	Ligar máquina 2	-	
5	Painel máquina 2		-	Regular velocidade	-	
6	Máquina 1		-	Verificar estado da lixa	5 segs	
7	Máquina 1		-	Trocar lixa	30 segs	
8	Máquina 2		-	Verificar nível óleo	1 seg	
9	Máquina 2		-	Trocar óleo	-	
10	Máquina 1		Jato de ar	Limpar máquina com jato de ar	10 segs	
11	Redondezas		Vassoura	Limpar redondezas	5 mins	

		Plano ILL - Inspeção Limpeza e Lubrificação				Legenda:  Inspeção  Limpeza  Intervenção  Lubrificação
Máquina: Máquina de lixar horizontal		Responsável:		Funcionário		
Nº Op	Elemento	Tipo de ação	Meios	Instrução	Tempo	
1	Máquina		-	Selecionar lixa	5 segs	
2	Máquina		-	Trocar lixa	1 min	
3	Painel		-	Ligar máquina	-	
4	Máquina		Lubrificante	Aplicar lubrificante na tábua de trabalho	5 segs	
5	Painel		-	Ligar aspirador	-	
6	Máquina		Jato de ar	Limpar máquina com jato de ar	5 segs	
7	Redondezas		Vassoura	Limpar redondezas	5 mins	
8	Máquina		-	Verificar óleo	1 seg	
9	Máquina		-	Trocar óleo	-	

		Plano ILL - Inspeção Limpeza e Lubrificação				Legenda:  Inspeção  Limpeza  Intervenção  Lubrificação
Máquina: Máquina de prensar		Responsável:		Funcionário		
Nº Op	Elemento	Tipo de ação	Meios	Instrução	Tempo	
1	Painel		-	Ligar máquina	1 seg	
2	Máquina		-	Ajustar pressão	1 min	
3	Máquina		Pano	Limpar máquina com pano	-	
4	Máquina		-	Verificar óleo	1 seg	
5	Máquina		-	Trocar óleo	-	
6	Redondezas		Vassoura	Limpar redondezas	5 mins	

		Plano ILL - Inspeção Limpeza e Lubrificação				Legenda:  Inspeção  Limpeza  Intervenção  Lubrificação
Máquina: Máquina de polir		Responsável: Funcionário				
Nº Op	Elemento	Tipo de ação	Meios	Instrução	Tempo	
1	Painel		-	Escolher velocidade	2 segs	
2	Painel		-	Ligar aspirador	1 seg	
3	Máquina		Pano	Limpar máquina com pano	-	
4	Máquina		-	Verificar óleo	?	
5	Máquina		-	Trocar óleo	-	
6	Redondezas		Vassoura	Limpar redondezas	5 mins	

ANEXO F: Ficha de Produção Individual

[illegible]